

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

AS FRONTEIRAS DO DESENHO

Maria Lucia Valenga

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para obtenção do
título em Mestre em Engenharia de Produção

Florianópolis
2001

Maria Lucia Valenga

AS FRONTEIRAS DO DESENHO

Esta dissertação foi julgada adequada e aprovada para a obtenção
do título de **Mestre em Engenharia de Produção**,
no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**
da **Universidade Federal de Santa Catarina**.

Florianópolis, 28 de maio de 2001.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Prof^a . Alice Theresinha Cybis Pereira, Ph.D
ORIENTADORA

Prof^a . Vânia Ribas Ulbricht, Dra.

Prof. Gilson Braviano, Dr.

À minha mãe,
instrumento de Deus no milagre da vida.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Santa Catarina e
ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná,
pela oportunidade de realização do Mestrado.

À Prof^a . Alice Theresinha Cybis Pereira, orientadora deste trabalho,
pela valorização e apoio às idéias
e por incentivar a ultrapassagem das minhas próprias fronteiras.

A todos que direta ou indiretamente,
perto ou distante, presentes ou ausentes,
contribuíram para a realização
desta pesquisa.

“Não basta ensinar ao homem uma especialidade,
porque se tornará assim uma máquina utilizável
e não uma personalidade.

É necessário que adquira um sentimento,
um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido,
daquilo que é belo e do que é moralmente correto.”

Albert Einstein

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	p.vii
RESUMO	p.xiii
ABSTRACT	p.xiv
1 INTRODUÇÃO	p.1
1.1 Motivação e Delimitação do Tema	p.1
1.2 Questão da Pesquisa	p.4
1.3 Justificativa	p.4
1.4 Objetivos da Dissertação	p.5
1.4.1 Objetivo Geral	p.5
1.4.2 Objetivos Específicos	p.5
1.5 Metodologia	p.6
1.6 Estrutura da Dissertação	p.6
2 O DESENHO DA NATUREZA	p.8
3 O DESENHO DAS FORMAS GEOMÉTRICAS E DOS NÚMEROS ...	p.23
3.1 Significado de formas e números	p.26
4 O DESENHO DA ARTE	p.36
5 O DESENHO DOS OBJETOS	p.87
6 A CONSTRUÇÃO DO ENSINO DE DESENHO	p.103
7 CONCLUSÃO	p.125
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	p.128
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DAS FIGURAS	p.131

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Galáxia NGC 628	p.8
Figura 2 - Planeta Terra	p.10
Figura 3 - Teia de aranha	p.11
Figura 4 - Cacto	p.11
Figura 5 - Peixes	p.12
Figura 6 - Favo de mel	p.12
Figura 7 - Flocos de neve	p.13
Figura 8 - Sistemas Cristalinos	p.14
Figura 9 - Formas pentagonais nas flores	p.15
Figura 10 - Formas pentagonais nos organismos marinhos	p.16
Figura 11 - Seção Áurea no corpo humano	p.17
Figura 12 - Girassol e padrão das sementes	p.18
Figura 13 - Espiral de Arquimedes e Espiral Logarítmica	p.19
Figura 14 – Caracol	p.20
Figura 15 - Esquema da expansão de uma concha	p.20
Figura 16 - Touro. Paleolítico. Pech-Merle, França	p.37
Figura 17 - Pintura rupestre. Neolítico. Tassili, Saara	p.38
Figura 18 - Elefante. Neolítico. Grafito da região do Saara	p.38
Figura 19 - Homem construindo um carro. Idade do Bronze e do Ferro. Século V a.C., Vale de Carmonica, Itália	p.39
Figura 20 - Arte rupestre. 1400 a 1200 a.C., Escandinávia	p.39
Figura 21 - Dólmen	p.40
Figura 22 - Santuário de Stonehenge. Inglaterra.....	p.41
Figura 23 - Ideogramas chineses	p.41
Figura 24 - Hieróglifo. Templo de Edfu, Egito	p.42
Figura 25 - Afresco da tumba de Horemheb. Detalhe. Vale dos Reis, Tebas	p.43
Figura 26 - Padrão quadriculado para desenho usado no Império Médio.....	p.44

Figura 27 - Cânone ou Código Posterior da arte egípcia	p.44
Figura 28 - Esboço de trabalho de escultor egípcio (papiro).	
Neues Museum, Berlim	p.45
Figura 29 - Esfinge de Mênfis / Aplicação do processo construtivo.....	p.45
Figura 30 - Pirâmides de Quéops, Quéfren e Miquerinos.	
Deserto de Gizé, Egito	p.46
Figura 31 - Doryphoros. Policleto, cópia, Museo Nazionale, Nápoles	p.47
Figura 32 - Parthenon. Acrópole de Atenas, Grécia	p.48
Figura 33 - Capitel dórico	p.49
Figura 34 - Capitel jônico	p.49
Figura 35 - Base de coluna jônica. Pórtico do Templo de Apolo. Didimo.	p.49
Figura 36 - Capitel coríntio	p.50
Figura 37 - Panteon. Roma	p.51
Figura 38 - Planta e elevação do Panteon	p.51
Figura 39 - Pintura mural das catacumbas de São Calixto. Roma	p.52
Figura 40 - Desenvolvimento do Esquema de Três Círculos	p.52
Figura 41 - Mosaico pavimental. Museu de Corinto	p.53
Figura 42 - Imperador Justiniano – Detalhe do mosaico da Igreja de São Vital	p.54
Figura 43 - Ícone bizantino. Detalhe. Virgem de Vladimir.	
Museu Tretyakov. Moscou	p.55
Figura 44 - Mausoléu da Imperatriz Gala Placídia. Ravena	p.55
Figura 45 - Basílica de Santa Sofia. Istambul	p.56
Figura 46 - Planta da Igreja de São Vital. Ravena	p.56
Figura 47 - Abóboda de berço e abóboda de aresta	p.57
Figura 48 - Construção da figura frontal / Cabeças, mão e galgo construídos/ Cabeça construída. Villard de Honnecourt	p.58
Figura 49 - Arco Gótico	p.59
Figura 50 - Catedral de Amiens	p.60
Figura 51 - Pilastra da Catedral de Wells	p.60
Figura 52 - Rosácea da Catedral de Milão	p.61
Figura 53 - Interpretação de Leonardo da Vinci do homem de Vitruvius .	p.62

Figura 54 - Estudo de Perspectiva. Paolo Uccello, Galeria de Uffizi, Florença	p.63
Figura 55 - Casamento da Virgem. Rafael Sanzio, 1504, Milão	p.64
Figura 56 - Battista Sforza e Frederico Montefeltro. Piero della Francesca, 1472, Galeria Uffizzi, Florença	p.65
Figura 57 - Virgem no Trono. Antonio Vivarini, detalhe, Galeria da Academia de Veneza	p.65
Figura 58 - A Glória de Santo Inácio. Andrea Pozzo, 1691-94, afresco no teto da Igreja de Santo Inácio, Roma	p.66
Figura 59 - Cúpula da Igreja de San Carlo alle Quattro Fontane. Francesco Borromini, 1641, Roma	p.67
Figura 60 - Catedral de Rouen em Pleno Sol. Claude Monet, 1884, Museu do Louvre	p.70
Figura 61 - Um Domingo de Verão na Grande Jatte. Georges Seurat, 1884-86, Instituto de Arte, Chicago	p.71
Figura 62 - O Castelo de Médan. Paul Cézanne, 1879-82, Galeria de Arte, Glasgow.....	p.71
Figura 63 - Trigo com Corvos. Vincent Van Gogh, 1890, Rijksmuseum, Amsterdam	p.72
Figura 64 - Arlequim Apoiado no Cotovelo. Pablo Picasso, 1909, Paris ...	p.73
Figura 65 - Casa em Estaque. George Braque, 1908, Berna	p.74
Figura 66 - Violino e Cântaro. George Braque, 1910, Museu de Arte. Basileia	p.74
Figura 67 - Nu Descendo a Escada. Marcel Duchamp nº 2, 1912-16, Museu de Arte, Filadélfia	p.75
Figura 68 - Batalha. Wassily Kandinsky, 1910, Tate Gallery, Londres	p.76
Figura 69 - Alguns Círculos. Wassily Kandinsky, 1926, Nova York	p.77
Figura 70 - Árvore Vermelha. Piet Mondrian, 1909-1910, Haia	p.78
Figura 71 - Árvores em Flor. Piet Mondrian, 1912, Haia	p.78
Figura 72 - Composição. Piet Mondrian, 1921, Paris	p.78
Figura 73 - Quadrado Preto. Kasimir Malevitch, 1913, Leningrado	p.79
Figura 74 - Veja III. Victor Vasarely, 1959	p.80

Figura 75 - Mecânica de Um Bairro. Paul Klee, 1928	p.80
Figura 76 - Construção no Ovo. Anton Pevsner, 1948, Paris	p.81
Figura 77 - Escultura de Cristal. Kazmer Fejer, 1956	p.81
Figura 78 - Construção Linear – Naum Gabo	p.82
Figura 79 - Noitada Esnobe da Princesa. Joan Miró, Paris	p.82
Figura 80 - Os Passeios de Euclides. René Magritte, 1955, Minneapolis .	p.83
Figura 81 - Mae West – Salvador Dali, 1934-1936, Instituto de Arte, Chicago	p.83
Figura 82 - Relatividade. M.C. Escher, 1953	p.84
Figura 83 - Balaústre da Escada da Casa Solvay. Victor Horta, 1894	p.85
Figura 84 - Cadeira Borbolet. Antonio Bonet, Juan Kurchan e Jorge Ferrari Hardoy, Argentina, 1938	p.88
Figura 85 - Cadeira Red-Blue (Vermelha-e-azul). Gerrit Rietveld, Holanda, 1917–18	p.88
Figura 86 - Cadeira Zig-Zag. Gerrit Rietveld, Holanda,1934	p.88
Figura 87 - Espreguiçadeira. Gerald Summers, Reino Unido, 1933-34 ..	p.89
Figura 88 - Cadeira Quarta. Mario Botta, Itália, 1984	p.89
Figura 89 - Cadeira Esfera. Eero Aarnio, Finlândia,1963-65	p.90
Figura 90 - Bocca. Studio65, Itália,1970	p.90
Figura 91 - Sofá Marshmallow – George Nelson – Estados Unidos/1956	p.91
Figura 92 - Mesa Arabesco. Carlo Mollino, Itália, 1947	p.91
Figura 93 - Kristall. Michele De Lucchi, Itália, 1981	p.92
Figura 94 - Abridores de garrafa	p.92
Figura 95 - Espremedor de limão. Philippe Starck, França, 1990	p.93
Figura 96 - Coqueteleira. Napier, Estados Unidos, 1930	p.93
Figura 97 - Sifão para refrigerante, França, 1910	p.94
Figura 98 - Cafetière. Aldo Rossi, Itália,1986	p.94
Figura 99 - Chaleira de cobre. Peter Behrens, Alemanha, 1909	p.95
Figura 100 - Chaleira Alessi. Michael Graves, Itália,1983	p.95
Figura 101 - Aparelho de chá de prata. Jean Puiforcat, França, 1928	p.96
Figura 102 - Fluocaril. Philippe Starck, 1989	p.96
Figura 103 - Fruteira. Lella Masimo Vignelli, Itália,1960-70	p.97

Figura 104 - Alcachofra de PH. Poul Henningsen, Dinamarca, 1958	p.97
Figura 105 - Libélula. Clara Driscoll, Estados Unidos, 1900-10	p.98
Figura 106 - Eclisse. Vico Magistretti, Itália, 1966	p.98
Figura 107- Gramofone Pathé. França, 1908	p.99
Figura 108 - Rádio AD 65. Wells Coates, Reino Unido, 1932-34	p.99
Figura 109 - Videosfera JVC, Japão, 1970	p.100
Figura 110 - Mercedes-Benz 300SL. Alemanha, 1954	p.100
Figura 111 - Frasco do perfume Chanel Nº 5, 1921	p.101
Figura 112 - Frasco de perfume de Jean Paul Gaultier, 1993	p.101
Figura 113 - Frasco do Perfume DNA, 1993	p.102
Figura 114 - Representação da grega da base de coluna jônica. do Templo de Apolo	p.103
Figura 115 - Elementos e estrutura de redes	p.104
Figura 116 - Exemplos de gregas, meandro, hachura e figura e fundo ...	p.105
Figura 117 - Círculo, polígono regular, polígono estrelado e número	p.105
Figura 118 - Divisão da circunferência pelo Método de Bion	p.106
Figura 119 - Ampliação e redução de figura por homotetia	p.107
Figura 120 - Teia de aranha	p.108
Figura 121 - A homotetia das espirais	p.108
Figura 122 - A homotetia da perspectiva	p.109
Figura 123 - Aplicação de equivalência de áreas	p.110
Figura 124 - Regras para concordância entre reta/arco e arco/arco.....	p.111
Figura 125 - Chaleira Alessi. Michael Graves, Itália, 1983	p.111
Figura 126 - Rosácea da Catedral de Milão	p.112
Figura 127 - Desenvolvimento da Rosácea da Catedral de Milão.....	p.112
Figura 128 - Aplicação de segmentos proporcionais	p.113
Figura 129 - Seção Áurea no corpo humano	p.114
Figura 130 - Construção gráfica da Seção Áurea e Retângulo Áureo	p.114
Figura 131 - Aplicação da Seção Áurea	p.115
Figura 132 - Exemplo de geometrização para a Chaleira de cobre de Peter Behrens	p.116
Figura 133 - Planificação das formas empregadas na Chaleira de cobre	

de Peter Behrens	p.117
Figura 134 - Estudo de Perspectiva. Paolo Uccello, Galeria de Uffizi, Florença	p.117
Figura 135 - Relação entre triângulos e eixos axonométricos	p.118
Figura 136 - Construção e comparação entre dimétrica e isométrica	p.119
Figura 137 - Construção e comparação entre dimétrica e trimétrica	p.119
Figura 138 - Resolução de uma perspectiva dimétrica	p.121
Figura 139 - Resolução de uma perspectiva trimétrica	p.122
Figura 140 - Perspectiva em movimento	p.123

RESUMO

VALENGA, Maria Lucia. **As fronteiras do desenho.** Florianópolis, 2001. 132p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

A disciplina de desenho estabelece interessantes relações com outras áreas de conhecimento. Através desta pesquisa é possível refletir sobre como relacionar as formas da natureza com as formas geométricas e o estudo dos números; conhecer como a arte usou as formas e os significados para expressar as transformações sociais, culturais e políticas ao longo dos séculos e comprovar como as formas da natureza e geométricas se refletem nos objetos da vida cotidiana. O principal objetivo é, a partir destas relações, mostrar como levantar subsídios no universo formal para servir como fonte de aplicação no ensino de desenho. Este estudo mostra que é possível levar esta área de conhecimento para além das fronteiras do desenho.

Palavras-chave: desenho, ensino de desenho, metodologia de ensino.

ABSTRACT

VALENGA, Maria Lucia. **As fronteiras do desenho.** Florianópolis, 2001. 132p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

The discipline of design establishes interesting relations with other areas of knowledge. This research makes one think of how to relate nature shapes to geometrical ones and the study of numbers; how art has used the shapes and the meanings to express social, cultural and political changes during the centuries and to prove how nature and geometrical shapes reflect themselves on the objects of daily life. The main objective is, from these relations, to show how to raise subsidies in the formal universe to be the application source in the teaching of design. This study shows that it is possible to carry this area of knowledge beyond the design frontiers.

Key-words: design, design teaching, teaching methodology.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação e Delimitação do Tema

Os currículos escolares são compostos por disciplinas que visam a um desenvolvimento acadêmico que, ao final, chegam ao mesmo ponto: a profissionalização. Independentemente do nível médio realizado ou do curso superior concluído, todos os anos de estudo visam à formação de um profissional. Mesmo que o mercado de trabalho ou as oportunidades causem um desvio de função, é a adaptação do conjunto de conhecimentos adquiridos, a habilidade de ver além das fronteiras do próprio conhecimento que mantêm a pessoa atuante no campo de trabalho.

No Ensino Médio, muitas vezes o conteúdo de desenho encontra-se disfarçadamente trabalhado nas aulas de Matemática ou Educação Artística, quando essa compõe o currículo.

Os objetivos da disciplina de Educação Artística são bem específicos no que se refere ao desenvolvimento do aluno quanto às suas expressões e habilidades através de atividades de música, teatro, dança, pintura e desenho. Neste caso, o desenho tem um caráter artístico e é usado como forma de representação da visão do mundo, a leitura da vida e a expressão da criatividade. Esses conteúdos nem sempre são trabalhados atendendo aos objetivos da disciplina, devido à falta de professores habilitados na área. Desta forma, muitas vezes a disciplina é assumida por professores de outras áreas

que procuram, como autodidatas, transferir os conhecimentos adquiridos em suas pesquisas e, geralmente, selecioná-los dentro de suas próprias habilidades ou domínios, em apenas uma aula semanal. Como o conhecimento ultrapassa os livros, necessitando de formação prática e vivencial, a alternativa é adotar o Desenho Geométrico.

As profissões ligadas à representação gráfica como o Desenho Industrial, a Arquitetura ou as Engenharias, têm como elemento fundamental na sua formação a disciplina de Desenho, no entanto não é uma disciplina que ocupa lugar de destaque nos currículos escolares.

O ensino do Desenho Geométrico, ou mesmo da Geometria Descritiva, também enfrenta situações semelhantes. Há escassez de professores habilitados, sendo necessário delegar a transmissão dos conhecimentos, nos níveis mais avançados, a profissionais como engenheiros, arquitetos ou de outras áreas afins. A bibliografia é reduzida e os apoios didáticos quase inexistem. Em muitos casos, a avaliação não permite verificar o real conhecimento do aluno. Os professores que atuam no ensino do Desenho, formam um grupo pequeno; a disciplina tem uma carga horária reduzida, se comparada a outras disciplinas. São fatores que não estimulam a realização de fóruns de discussão, a oferta de cursos de aperfeiçoamento e não justificam seu espaço nos currículos escolares.

Com relação aos alunos, por sua vez, não é diferente. Muitos associam o termo desenho apenas ao Desenho Artístico. Quando não possuem habilidade natural, criam um paradigma, achando-se incapazes de realizar as tarefas e bloqueando o desenvolvimento que poderia ser atingido. Em relação às

disciplinas de Desenho, não compreendem que a disciplina é dinâmica, que as posições são relativas, muito diferente da data em que um fato histórico ocorreu: nada pode mudá-la. Os conteúdos de Desenho têm um caráter muito mais aplicativo e prático e assim devem ser ensinados, avaliados e aprendidos, como também as outras disciplinas.

Com a nova LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação que incentiva, novamente, a formação profissional em nível médio, o desenho deverá compor currículos nos cursos afins mas, como toda a implantação de novos cursos, será necessário um período de ajustes e adaptações de conteúdo. Apenas no nível superior, nos cursos onde se faz necessária, a disciplina consta como elemento fundamental na formação acadêmica. Outra meta da LDB é o ensino contextualizado e interdisciplinar que tem como finalidade da educação “o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (Brasil, 1997, p.19). Finalmente, a escola vê no aluno em formação, um futuro profissional atuante em seu campo de trabalho, muitas vezes empreendedor de seu próprio negócio.

O ritmo acelerado do mundo atual, a informatização, a modernização e a globalização criam uma expectativa no aluno de contato com atividades mais práticas e de respostas mais rápidas o que acarreta na necessidade de inovações na forma de transmissão dos conteúdos usando as tecnologias disponíveis. A formação acadêmica está ultrapassando as paredes da sala de aula como se tem percebido nas aulas de Matemática, realizadas em supermercados ou nas aulas de História, através de encenações de fatos históricos favorecendo a construção do conhecimento a partir de fatos

concretos. As fronteiras entre o conhecimento teórico, outras áreas e o mundo real também podem ser exploradas em uma disciplina como o Desenho, fundamental para todas as áreas de representação gráfica.

1.2 Questão da Pesquisa

A disciplina de desenho pode estar inserida em currículos de formação básica, além dos currículos de formação profissional. Considerando estas possibilidades, surge o questionamento sobre quais as áreas possíveis de se estabelecer relações, através de uma linguagem simples, que possam servir de subsídios para adequação e aplicação aos conteúdos de desenho.

1.3 Justificativa

Fatores como as reformas de ensino, as disputas por carga horária, a falta de professores da área e as poucas oportunidades de aperfeiçoamento foram excluindo o desenho do desenvolvimento acadêmico. O presente trabalho pretende resgatar a dignidade do desenho, valorizando-o enquanto uma área de conhecimento, base para o entendimento de outras áreas como é a palavra para a literatura ou os números para a matemática, mostrando que é possível estabelecer relações com outras áreas que auxiliem no desenvolvimento do seu conteúdo. Baseia-se na pesquisa de autores que partem das formas da

natureza e desenvolvem suas pesquisas para variados campos de interesse como Edith Derdyk (Derdyk, 1989) que procura auxiliar na compreensão do grafismo infantil. Paulus Gerdes (Gerdes, 1992) estudou o geometrismo espontâneo do artesanato com enfoque na produção dos nativos de Moçambique. A relação da proporção áurea é amplamente estudada desde as formas da natureza, as obras de arte, o artesanato e a harmonia musical por György Doczy (Doczy, 1990) e Matila Ghyka (Ghyka, 1953). Esta pesquisa procura ser uma contribuição para auxiliar em novos caminhos e enfoques para o ensino de desenho.

1.4 Objetivos da Dissertação

1.4.1 Objetivo Geral

Estabelecer as relações do desenho com outras áreas de conhecimento e com o cotidiano, de forma a contribuir para uma atividade dinâmica e aplicada no seu processo de ensino-aprendizagem.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Estabelecer as relações entre o Desenho e as formas da natureza.

- Estabelecer as relações do Desenho das formas geométricas com os números e seus significados.
- Estabelecer as relações entre o Desenho e a arte como suporte da expressão humana no registro das tendências e da cultura de uma época.
- Estabelecer as relações entre o Desenho e a forma de diferentes produtos.
- Estabelecer relações entre exemplos levantados e os conteúdos de desenho.

1.5 Metodologia

O trabalho desta pesquisa é de natureza básica, buscando reunir o conhecimento de autores que, através de suas pesquisas, procuraram estabelecer algum tipo de relação entre o desenho e sua área de conhecimento, seja no campo da ciência, da música, da matemática ou da psicologia. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental.

1.6 Estrutura da Dissertação

O capítulo 1 delimita o tema, a questão da pesquisa, a justificativa e os objetivos a serem atingidos.

No capítulo 2, são apresentadas algumas formas geométricas encontradas espontaneamente na natureza.

O capítulo 3 apresenta a relação entre os lados das formas geométricas e os números de 1 a 10, acrescidos do seu significado.

O capítulo 4 traz a relação entre o desenho e a arte, com alguns exemplos do seu papel como suporte para o registro da história da humanidade através da expressão artística.

O capítulo 5 apresenta a relação do desenho com os objetos nos quais o Desenho Industrial buscou a harmonia entre forma e função.

O capítulo 6, exemplos da relação entre os assuntos abordados e o ensino do desenho.

O capítulo 7 apresenta a conclusão da pesquisa sobre a importância das relações apresentadas para o dinamismo no processo de ensino do desenho e sugere trabalhos futuros.

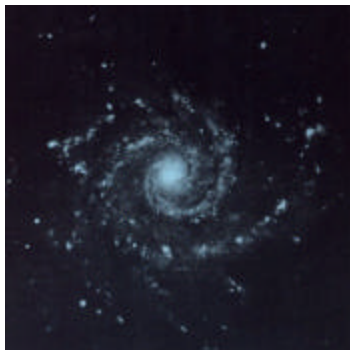
2 O DESENHO DA NATUREZA

“Não há na natureza, nada suficientemente pequeno ou insignificante que não mereça ser visto pelo olho da geometria: há sim, uma ‘agradável geometria das criações da natureza’. Dificilmente encontraremos algo que não se possa relacionar com a geometria.”

Leonardo da Vinci

A natureza é, sem dúvida, uma infinita fonte de padrões geométricos que antecedem o conhecimento da geometria ou da matemática. A geometria nasceu da realidade e do meio ambiente pois os corpos materiais, suas formas e relações espaciais existiam antes do homem (Gerdes, 1992). A figura 1 comprova esta afirmação ao apresentar a nítida forma espiral da Galáxia NGC 628, da constelação de Pisces. O padrão espiralado de algumas galáxias repete em escala cósmica a espiral de flores e conchas, como será visto posteriormente (Doczi, 1990).

Figura 1 – Galáxia NGC 628



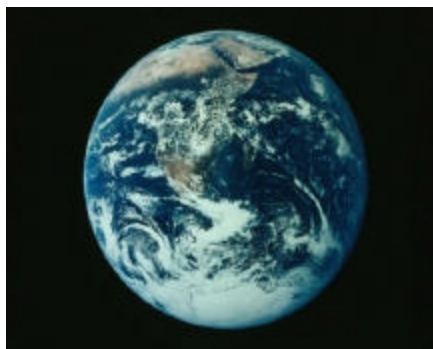
Fonte: CIÊNCIA ILUSTRADA. Editora Abril. v.1 p. 338.

A interessante trajetória da definição do Sistema Solar é apresentada resumidamente em *O que é astronomia?* de autoria de Rodolpho Caniato (Caniato, 1991). A transição de um sistema esférico para o sistema aceito hoje demonstra que os estudos sempre estiveram associados às formas geométricas. Os babilônios observaram que os diferentes comportamentos, principalmente dos vegetais, estavam relacionados aos diferentes aspectos do céu. Devido ao movimento diferente de algumas estrelas, passaram a unir a idéia de deuses ao céu. Os gregos acrescentaram a geometria e a astronomia passou a ser ciência em virtude das relações entre ângulos, triângulos e círculos. Os gregos propuseram que o céu e também a Terra eram esferas, e não um disco como se pensava; as estrelas estariam na face interna de uma esfera. Os modelos mais aceitos eram os geocêntricos que colocavam a Terra, e conseqüentemente o homem, como centro do universo. Ptolomeu acreditava que a Terra, centro do universo, estaria envolvida por outras esferas transparentes onde estariam os astros. Com o Renascimento e a retomada das idéias gregas, o Sol como centro do universo, heliocêntrico, foi responsável pela revolução de Copérnico. Para ele, o Sol passou a ser o centro das outras esferas em um universo limitado dentro de uma esfera rígida com estrelas fixas e a Terra ficou como centro apenas da esfera da Lua. Giordano Bruno disseminou as idéias de Copérnico como sendo absurdo a Terra como centro do universo e acrescentou que o Sol estaria no centro do sistema de planetas e que deveria ser uma estrela como outras milhares. Por suas idéias revolucionárias, Giordano Bruno foi preso pela inquisição e, em 1600, morreu queimado. Mas foi o confronto entre os dois sistemas, geocêntrico e

heliocêntrico que levou à necessidade de maiores estudos. Johannes Kepler modificou o Sistema de Copérnico que empregava círculos e esferas em movimentos uniformes. Sua 1ª Lei estabelece que os movimentos dos planetas se fazem com trajetórias que são elipses e o Sol não estava no centro da elipse mas em um de seus focos.

O sentido de rotação sugeriu, em princípio, a forma circular e foi através da idéia de disco, e posteriormente das esferas, que foram desenvolvidos os estudos que estabeleceram as formas do Sistema Solar. A figura 2 apresenta a forma esférica do planeta Terra e dos demais planetas. A forma circular, como será visto, simboliza o início: o início da visão do desenho da natureza.

Figura 2 – Planeta Terra

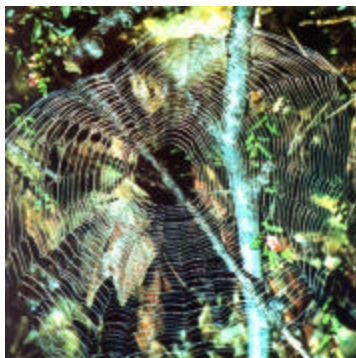


Fonte: MaterClips/MasterPhotos Collections. IMSI. CD-ROM 13.

Algumas formas geométricas são perfeitamente visíveis na natureza e o exemplo mais comum citado por vários autores como Doczi e Gerdes é a teia de aranha. A teia é utilizada como arma de ataque e defesa. A herança genética determina o tipo, a figura geométrica da teia. A teia em espiral é a trama mais comum. A construção começa por uma forte moldura onde são presos raios que se cruzam no centro. Sobre os raios é traçada uma espiral

seca e provisória, de dentro para fora, substituída por uma espiral viscosa, de fora para dentro. A figura 3 mostra uma típica teia de aranha onde é possível perceber os raios e uma espiral desenvolvida sobre eles.

Figura 3 – Teia de aranha



Fonte: CIÊNCIA ILUSTRADA. Editora Abril. v.1 p. 49.

Na observação de outras formas da natureza é possível encontrar vários padrões geométricos. Na figura 4, basta observar a disposição dos espinhos na vista superior deste tipo de cacto para perceber que eles estão distribuídos em linhas curvas simétricas que se cruzam no pólo.

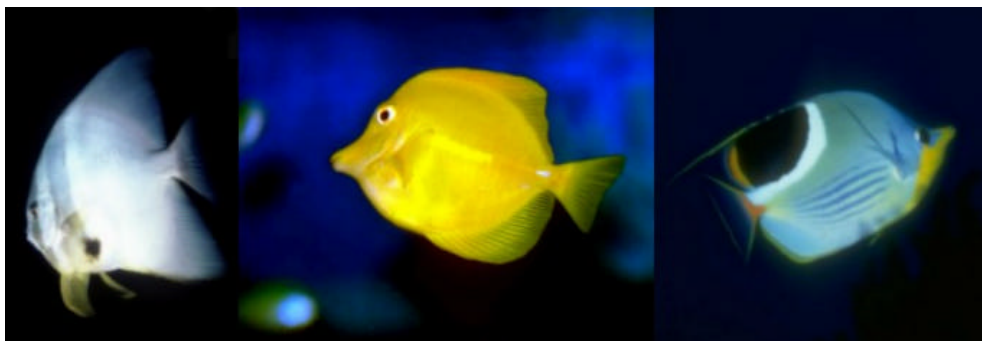
Figura 4 – Cacto



Fonte: MaterClips/MasterPhotos Collections. IMSI. CD-ROM 10.

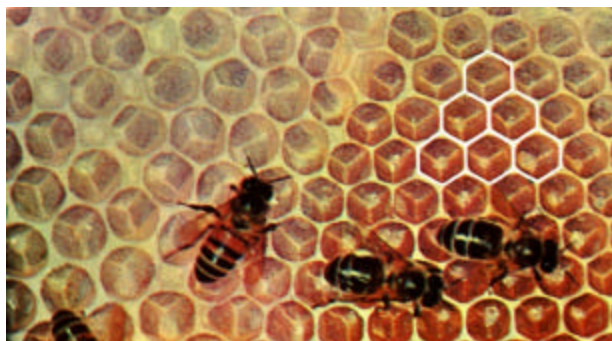
“Para geometrizar são necessários não só objetos geometrizáveis mas também a capacidade de, na percepção destes objetos, abstrair de todas as demais propriedades, para além da sua figura” (Gerdes, 1992, p. 16). Algumas formas da natureza podem sugerir uma similaridade com formas geométricas como por exemplo os peixes apresentados na figura 5. A forma triangular, arredondada e quadrada podem ser associadas às espécies apresentadas. György Doczi em seu livro, O Poder dos Limites, apresenta uma análise das proporções de várias espécies de peixes que comprovam as relações geométricas.

Figura 5 - Peixes



Fonte: MaterClips/MasterPhotos Collections. IMSI. CD-ROM 10.

Figura 6 – Favo de mel

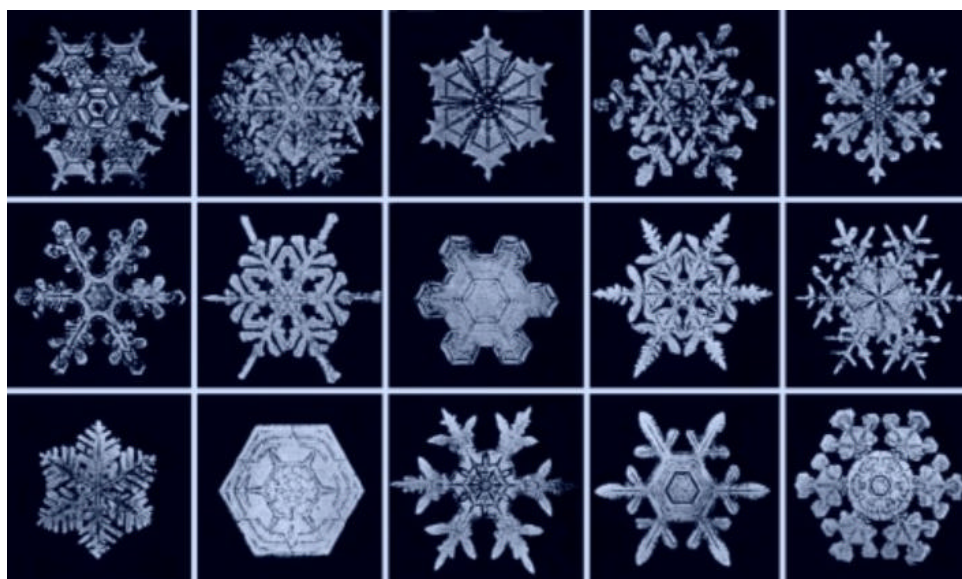


Fonte: CIÊNCIA ILUSTRADA. Editora Abril. v.1 p. 107.

A rede hexagonal é encontrada na superfície de muitos tecidos celulares vivos como olhos de mosca e colônia de madrepérola (Ghyka, 1953). Na figura 6, é possível perceber que as abelhas constroem uma rede geométrica visível. A superfície do favo de mel também é formada por uma estrutura hexagonal.

O floco de neve é um exemplo de unidade na diversidade pois “todos diferem entre si, mas mantêm a unidade no padrão hexagonal básico, comum a todos. Cada um deles tem um só padrão, que é repetido e refletido doze vezes” (Doczi, 1990, p. 79). A figura 7 mostra vários padrões de flocos de neve que apresentam a forma final hexagonal.

Figura 7 – Flocos de neve



Fonte: GHYKA, Matila C. Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes. 1953. Lâmina 29.

Outra fonte de formas geométricas na natureza está nos cristais. A figura 8 apresenta a relação entre os eixos e um exemplo da forma geométrica resultante.

Os cristais apresentam uma propriedade, clivagem, de romper-se segundo planos bem determinados que dependem da maneira como estão dispostas as partículas no seu reticulado cristalino. O resultado são formas poliédricas que estão agrupadas em sete sistemas cristalinos que estabelecem as características dos eixos de simetria (Laudise, 1970).

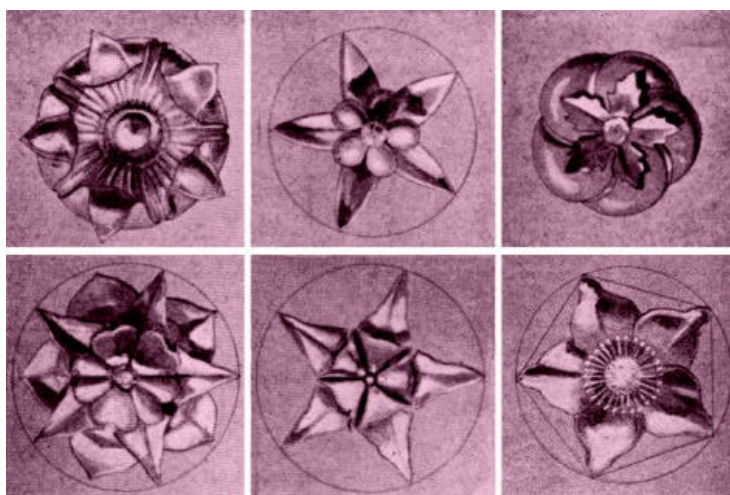
Figura 8 – Sistemas Cristalinos



Fonte: SUPERINTESSANTE. Editora Abril, 1998. p. 51-54.
Tecnirama. Cordex, 1963. v. 1. p.107.

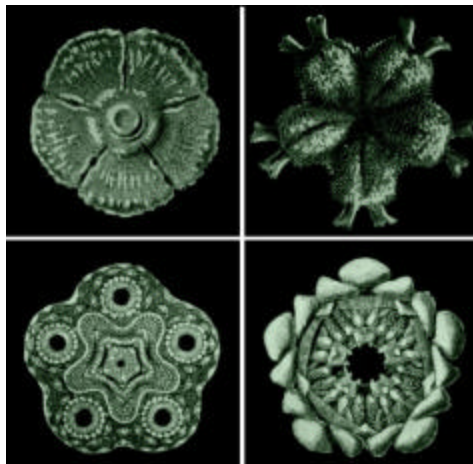
Nas formações cristalinas ou geométricas do mundo inorgânico, é possível encontrar redes cúbicas e hexagonais e sólidos geométricos, mas nunca a pentagonal. Mesmo que as simetrias cúbicas e hexagonais, mesmo que raras se encontrem no mundo orgânico, o pentágono se destaca quando se estudam os sistemas vivos. Na Botânica e Zoologia, observa-se que as formas de simetria pentagonal aparecem com mais frequência que as derivadas dos sistemas cúbicos e hexagonais (Ghyka, 1953). Malba Tahan afirma que “as simetrias de ordem ímpar só são encontradas nos seres dotados de vida. A simetria inorgânica só apresenta simetria par” (Cavanha, 2000, p.78). As figuras 9 e 10 mostram a forma pentagonal nas flores e nos organismos marinhos. Segundo F.M. Jaeger, “... tanto no caso dos animais como no das plantas parece existir certa preferência pela simetria pentagonal, uma simetria claramente relacionada com a importante proporção da seção áurea e desconhecida no mundo da matéria inerte...” (Ghyka, 1953, p.119).

Figura 9 – Formas pentagonais nas flores



Fonte: GHYKA, Matila C. Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes. 1953. Lâmina 32.

Figura 10 - Formas pentagonais nos organismos marinhos



Fonte: GHYKA, Matila C. Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes. 1953. Lâmina 33.

A relação mais interessante que existe na natureza é, sem dúvida, a chamada Divina Proporção (Paccioli), Seção Divina (Kepler), Seção Áurea (da Vinci) ou ainda, Divisão Áurea.

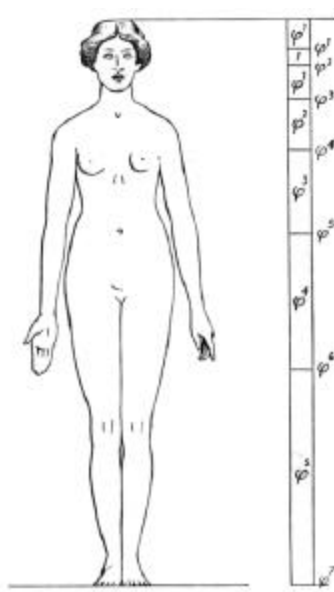
A divisão áurea produz uma impressão de harmonia linear, de equilíbrio na desigualdade mais satisfatória do que qualquer outra combinação. É uma lei de proporções que está presente no corpo humano, nas espécies de animais, na botânica, em obras de arte e até na música (Ghyka, 1953). A figura 11 mostra a aplicação da proporção áurea no corpo humano. Conforme referência de Ghyka, é uma reprodução da ilustração do livro *The Curves of Life*, de Theodore Cook, citado por vários autores.

“A harmonia é resultante do ajustamento de aspectos opostos. Dois iguais não se harmonizam, apenas se ajuntam. Para dar-se a harmonia, é necessário que exista a diferença, a distinção” (Santos, 1959, p.123).

A divisão áurea consiste no seguinte: em qualquer linha existente, apenas um ponto, o chamado ponto de ouro, a dividirá em duas partes desiguais ou

assimétricas, de forma harmoniosa e agradável. Os segmentos resultantes expressam a seguinte equação: $A:B = B:(A+B)$. A razão, neste sentido, resulta em aproximadamente 0,618 e, no sentido inverso, resulta aproximadamente em 1,618, freqüentemente representada pela letra grega Φ . Desta forma, para dividir um segmento em média e extrema razão, basta multiplicar o seu comprimento por 0,618 ou dividi-lo por 1,618 para encontrar a parte maior. “Esta é a fórmula da célebre seção áurea, a singular relação recíproca entre as duas partes desiguais de um todo, na qual ‘a parte menor está para a maior, assim como a parte maior está para o todo’” (Doczi, 1990, p. 2).

Figura 11 – Seção Áurea no corpo humano



Fonte: GHYKA, Matila C. Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes. 1953. p. 37.

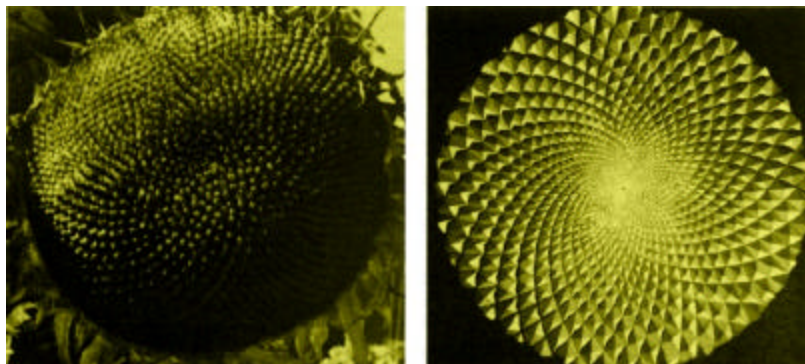
Neste ponto é possível entender a predominância da relação pentagonal nos seres vivos, pois cada triângulo da estrela de cinco pontas tem dois lados iguais que se relacionam com o terceiro em proporção áurea. Este triângulo é

chamado de triângulo isósceles sublime: o ângulo da base é o dobro do ápice (Ghyka, 1953). Os lados dos dez triângulos retângulos que formam o pentágono se aproximam do triângulo de Pitágoras 3-4-5 que é considerado o mais notável dos triângulos pitagóricos. A presença das relações deste triângulo nas plantas, borboletas e peixes é demonstrado por Doczi no seu livro O Poder dos Limites.

A razão da proporção áurea é encontrada também na famosa série de Fibonacci na qual cada número é a soma dos dois anteriores: 1,2,3,5,8,13,21,34,55,89,144,233,... A divisão de qualquer número pelo seguinte resulta em, aproximadamente, 0,618 e a divisão pelo antecedente resulta em, aproximadamente, 1,618 (Ghyka, 1953).

Estes números traduzem os estágios de crescimento relacionados com a espiral logarítmica. Na figura 12, aparecem um modelo de girassol formado por 34 e 55 espirais opostas que determinam o padrão das sementes sendo também conhecido girassóis com 89 e 144 e com 144 e 233 espirais (Doczi, 1990).

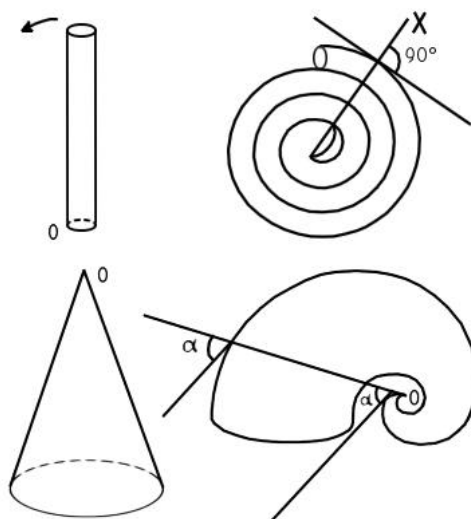
Figura 12 - Girassol e padrão das sementes



Fonte: DOCZI, György. O poder dos limites: harmonias e proporções na natureza, arte e arquitetura. 1990. p.4.

Diferente da curva estática e de movimento uniforme que é a espiral de Arquimedes, a espiral logarítmica tem propriedade de homotetia contínua, ou seja, a propriedade de ampliar ou reduzir a forma através da semelhança, e é o símbolo matemático mais impressionante da relação entre forma e crescimento. Os pontos de figuras homotéticas são ligados por segmentos de reta que têm um ponto comum e se dividem numa razão constante. A figura 13 esclarece a diferença entre as duas espirais: de Arquimedes e logarítmica.

Figura 13 - Espiral de Arquimedes e Espiral Logarítmica



Fonte: GHYKA, Matila C. Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes. 1953. p. 130.

Na natureza, um exemplo deste crescimento é a concha do caracol, como pode ser visto nas figuras 14 e 15.

Segundo Theodore Andrea Cook, “há pouca dúvida de que a espiralidade está se tornando, mais e mais, universalmente reconhecida como uma das grandes leis cósmicas” (Cavanha, 2000, p.42). D’Arcy Thompson acrescenta: “... esta notável propriedade de aumentar o crescimento terminal, sem

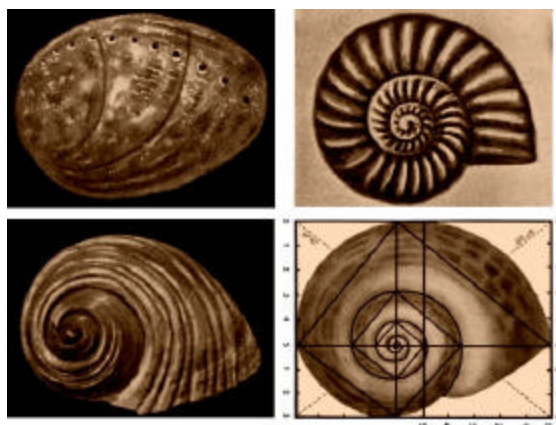
modificação da forma da figura total, é característica da espiral logarítmica e não a tem nenhuma outra curva matemática” (Ghyka, 1953, p.126).

Figura 14 - Caracol



Fonte: MaterClips/MasterPhotos Collections. IMSI. CD-ROM 10.

Figura 15 – Esquema da expansão de uma concha



Fonte: GHYKA, Matila C. Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes. 1953. Láminas 30 e 31.

Para Aristóteles, nenhuma das coisas sensíveis é rigorosamente reta ou curva e a reta, estudada em geometria, não existe na natureza (Cavanha, 2000). É verdade que a Terra não é euclidianamente plana e que muitos conceitos ao longo das pesquisas passaram de exatos para aproximados. O que não se pode negar são as relações das formas encontradas na natureza com formas geométricas e relações matemáticas, mesmo que aproximadas.

Da mesma forma que existe um desenho geométrico, existe também um desenho artístico na natureza: o perfil de uma montanha, o percurso de um rio, o contorno das folhas.

A aparente falta de regularidade existe na geometria dos fractais, descoberta pelo matemático Benoit Mandelbrot nos anos setenta. O termo fractal vem do latim e corresponde a quebrar, criar fragmentos irregulares. Fractal é uma forma geométrica complexa e detalhada em qualquer nível de aplicação. É freqüentemente auto-semelhante ou seja, estabelece uma relação de que cada pequena porção pode ser vista como uma réplica reduzida do todo. “A natureza é fractal. Construções teóricas é que são linhas retas, superfícies planas e assim por diante. Ou seja, não é o fractal que é artificial. É a geometria Euclidiana que o é ...” (Kantek, 1998, p.1)

Não ignorando a existência de uma nova maneira de ler as formas da natureza, os fractais, para dar continuidade à proposta de enriquecer o ensino do desenho, através de suas relações com outras áreas de conhecimento, permanece a ênfase nas formas geométricas e suas relações matemáticas. Os projetos que permitem a concretização da idéia do profissional ainda são apresentados pela representação de suas formas e relações métricas.

Argan (1998, p.112) destaca um interessante trecho de uma carta de Cezanne, escrita em 1904, em que ele escreveu que é preciso “tratar a natureza conforme o cilindro, a esfera e o cone, o conjunto posto em perspectiva”. Argan ainda acrescenta:

“Cézanne não afirma que se devam reduzir as aparências naturais a formas geométricas; ele não se refere a um resultado, e sim a um

processo ('tratar'). As formas geométricas, *ab antiquo* expressivas do espaço, são instrumentos mentais com que se efetua a experiência do real: se a laranja, no quadro, aproxima-se da esfera, ou a pêra do cone, não significa que a laranja seja esférica e a pêra cônica, mas que o artista conseguiu especificar a relação entre os dois objetos singulares e o conjunto da realidade ... Como as formas geométricas não são o espaço, porém modos de ver através dos quais o homem pensou o espaço, elas não são idéias inatas, e sim formas históricas..."

As formas da natureza, vistas com uma relação geométrica, também podem ser vistas através dos números e dos seus significados. Segundo Pitágoras: "A ordem e a harmonia da natureza podem ser achadas na ciência dos números" (Cavanha, 2000, p.99).

3 O DESENHO DAS FORMAS GEOMÉTRICAS E DOS NÚMEROS

“Todas as coisas conhecidas têm um número, porque sem ele não seria possível que nada fosse conhecido nem compreendido.”

Filolao

“Nenhuma investigação humana pode chamar-se ciência se não seguir o caminho da representação matemática.”

Leonardo da Vinci

As formas geométricas encontradas na natureza comprovam as relações matemáticas que regem a estrutura do universo. Os cristais, as plantas, os homens, as estrelas, sons, elementos químicos revelam números e uma lei numérica própria. O número ajuda no conhecimento (Santos, 1959).

De fato, o desenvolvimento de teorias e leis utiliza-se da análise de elementos numéricos comuns para estabelecer parâmetros que contribuem no avanço das pesquisas científicas. Todas as manifestações mais elevadas do homem são baseadas em números ou progressões numéricas. Isto pode ser percebido no vasto campo das artes. Fra Luca Paccioli di Borgo, grande teórico do Renascimento italiano, mostra em *La Divina Proportione* as estruturas geométricas e numéricas que regem as formas da natureza (Kozminsky, 1973).

Assim como as relações determinadas pelo número de ouro, as formas geométricas possuem suas características matemáticas seja na dimensão dos elementos, no valor dos ângulos ou nas fórmulas que comprovam as resoluções gráficas.

Enquanto no conceito de Aristóteles número é meramente quantitativo, os pitagóricos os estudaram com maior profundidade e concluíram que número não é apenas medida quantitativa mas também a forma, podendo ser tomado sob diversas modalidades. Pitágoras observou que toda a harmonia, começando pela música, dependia de uma proporção, de uma relação numérica. Tendo na ordem e beleza do Universo a origem ou explicação para os números, teve-os como essência ou símbolo de todas as coisas (Santos, 1959).

Para H. Beel, qualquer que seja seu ponto de vista, a matemática chegou aos nossos dias seguindo duas trajetórias principais: o número e a forma. A primeira abrangendo a aritmética e a álgebra, e a segunda, a geometria (Cavanha, 2000). Para Leibnitz a “linguagem matemática” poderia comunicar muitos segredos da natureza chegando a dizer que a matemática é a linguagem de Deus, que teria construído o universo como um perfeito matemático (Santos, 1959). Leibnitz afirma ainda que o número ocupa um lugar especial entre as criações do espírito, tanto que qualquer filosofia desenvolveu-se sempre em correlação com uma corrente matemática, frisando que, como o conceito de Deus, o número contém o senso último do mundo como natureza, condicionando inclusive o pensamento religioso de qualquer civilização (Kozminsky, 1973).

O conhecimento dos elementos geométricos e matemáticos da natureza podem ser mais aprofundados quando se procura estabelecer as relações existentes entre as formas geométricas, seu número correspondente e seu significado. O conhecimento dos símbolos e sinais podem auxiliar na escolha

das formas na criação de logomarcas e objetos que, além do aspecto estético, podem apresentar um estudo mais aprofundado de significados.

Os números, no sistema simbolista, não são meramente quantitativos mas idéias-força. Pela tradição grega, os dez primeiros números pertencem ao espírito; assim, quanto mais distantes da unidade mais se fundem com a matéria (Cirlot, 1984).

O acréscimo do significado dos símbolos, no caso das formas e números, amplia a visão da própria existência, estabelece relações entre várias áreas do conhecimento e estimula a interpretação destas relações. Para C. G. Jung as relações entre os números e formas dependem da forma e direção, pois isto modifica a qualidade quantitativa. Por exemplo: os quadriláteros não quadrados indicam uma modificação do equilíbrio do número quatro. Um retângulo com seu lado maior na horizontal terá o predomínio do intelecto racionalista enquanto que com o lado maior na vertical, o predomínio será o irracionalismo espiritual. Outros aspectos que devem ser levados em consideração: a semelhança com as figuras cósmicas, se a forma é aberta ou fechada, regular ou irregular, número de elementos e seu significado, ritmos dominantes e sentido de sua tensão e movimento, ordenação espacial, proporções e cores (Cirlot, 1984).

O universo de significado para os símbolos encontra-se basicamente nas forças da natureza, nos estudos científicos, filosóficos, religiosos e místicos. As palavras podem sugerir um sentido ao símbolo, mas são incapazes de expressar o seu valor. Funcionam mais como estímulo do que como conhecimento podendo despertar linhas de interpretação pois sua percepção é

pessoal. A interpretação de um símbolo envolve a herança biofisiopsicológica da humanidade, as diferenças culturais e sociais de seu meio e das próprias experiências do indivíduo. O sentido básico não é sempre o mesmo para cada área cultural (Chevalier, 1989).

No resumo, a seguir, dos dez primeiros números procurou-se ilustrar a questão da relação entre as formas geométricas, os números e seu significado, reunindo os significados mais acessíveis apresentados por Juan-Eduardo Cirlot, Manfred Lurker e Jean Chevalier, autores de Dicionários de Símbolos e Mário Ferreira dos Santos em Tratado de Simbólica. Dentro de enfoques voltados ora para o científico, ora para o religioso e ora para o filosófico, são apresentados aspectos interessantes da natureza que também irão se refletir na arte.

3.1 Significado de formas e números



O número um é o número supremo da criação, número do divino e do Ser Supremo. É a fonte emanadora de tudo, pois sem a unidade não haveria a possibilidade de pluralidade. Representa o homem em pé, cuja verticalidade é sinal distintivo do homem ativo, o princípio ativo. O número um representa tudo aquilo que está em jogo pois o vencedor, aquele que chega em primeiro lugar, será merecedor daquilo que estiver em jogo (Chevalier, 1989).

Para Pitágoras, o um não é um número porque o um enquanto tal é apenas ele. Torna-se numérico quando comparado a outro.

Seu símbolo mais comum é a circunferência com um ponto central, um centro místico que irradia o espírito como sol. É considerado o local simbólico do ser; a fonte e fim de todas as coisas, o eterno retorno. “O aparecimento do círculo é o aparecimento da forma fechada. É o objeto, é o corpo. Algo permanente que se distingue do todo, nascendo a relação subliminar entre figura e fundo” (Derdyk, 1989, p.90). O significado da circunferência e do círculo em muitos casos se confundem. Desta forma, ficará a circunferência como símbolo do um, como início de tudo, e o círculo como símbolo do número dez, o atingir da perfeição.



O número dois representa a primeira e mais radical divisão. É símbolo da oposição, do conflito e da reflexão. Uma oposição que pode ser contrária e incompatível mas também complementar e fecunda. O dualismo provoca um esforço, um combate e um progresso. Estão relacionados ao dois: positivo/negativo, direita/esquerda, acima/abaixo, criador/criatura, matéria/espírito, vida/morte, bem/mal, amor/ódio, água/terra, branco/preto, sol/lua, diurno/noturno, feminino/masculino, Yang-Yin. Os pontos cardeais são opostos dois a dois assim como são opostos os pólos. Mas também pode significar união pelo amor e amizade. Na arca de Noé havia dois animais de cada espécie.

Dois é o número do intelecto e da concepção mental.

Para Pitágoras, o conhecimento é dual. Só conhecemos quando surge o dois pois sem oposição não há conhecimento.

O símbolo do dois poderia ser a linha, figura geométrica determinada por dois pontos, que forma 180º e cujas extremidades seguem para direções opostas.



O número três representa o intermediário, o mediador. É a superação da ruptura e exprime a perfeição em sua natureza abrangente. Equivale à rivalidade superada do dois e exprime um mistério de ultrapassagem, síntese, reunião, união e resolução. O dois exige o três, porque a oposição dos contrários resulta não só na síntese, mas no resultado da oposição – tese, antítese e síntese.

Só é notada a oposição, se houver um meio de comparação, portanto o conhecimento exige o ternário. O presente se opõe ao passado medido pelo agora que os identifica. Desta forma, está relacionado ao tempo cronológico.

O número três é o número da idéia, é vertical e expõe dinamismo moral e espiritual. O três é luz.

Relativo a ordem intelectual e espiritual, o três é a base de vários sistemas teológicos e é símbolo da Trindade Divina como no Cristianismo – Pai, Filho e Espírito Santo, no Egito – Osíris, Ísis e Horus ou na Escandinávia – Odin, Frega e Thor.

Os contos de fadas difundem a crença no significado mais profundo do três: três pedidos, três tarefas ou três provas para chegar a um final feliz.

É produto da união, do casamento pois até que nasça um segundo filho, a família é geralmente composta por pai, mãe e filho.

Na tríada inferior de Pitágoras, as coisas sensíveis, que ocupam um determinado lugar num determinado tempo, podem ser compreendidas em sua estrutura geométrica e reduzidas a números matemáticos.

A figura geométrica do ternário é o triângulo. Seu mais alto significado é o emblema da Trindade ligada à idéia de divindade, harmonia e proporção. Encontrado na região pubiana das estatuetas da pré-história, simboliza o princípio da existência e a força vital da natureza.

Em termos de posição, um triângulo com o vértice para cima representa a potência masculina e também o fogo; na mesma posição, com o vértice truncado, o ar. Com o vértice para baixo, simboliza o sexo feminino e, dos elementos, é símbolo da água. Na mesma posição, pirâmide truncada representa a terra (Cirlot, 1984, Lurker, 1997).

Na Maçonaria, o triângulo, pela dimensão de seus lados, tem a seguinte representação: equilátero – terra, isósceles – fogo, escaleno – ar e o triângulo retângulo, a água.



O número quatro é símbolo da evolução básica. É o número da realização da idéia. O quaternário se dispõe na superfície, corresponde à terra e à

organização material. Representa a ordem cósmica. Está relacionada à firmeza material, a firmeza do mundo. São quatro os elementos fundamentais: água, ar, fogo e terra. A constituição das raças humanas baseia-se na raça branca ao Norte (Europa), negra ao Sul (África), amarela ao Leste (Ásia) e vermelha no Oeste (América).

A visão do planeta estabelece os quatro pontos cardeais, os quatro ventos distintos de cada direção e as quatro estações que apresentam climas diferentes originados da combinação de seus quatro tipos (quente, seco, frio e úmido).

Pode-se estabelecer interessantes correspondências entre quartenários que apresentam uma coerência entre seus significados como esta: leste (primavera, ar, infância, amanhecer, lua crescente); sul (verão, fogo, juventude, meio-dia, lua cheia); oeste (outono, água, maturidade, entardecer, lua minguante) e o norte (inverno, terra, velhice, meia-noite, lua nova). (Cirlot, 1984).

Os pitagóricos consideravam os quatro primeiros números sagrados, a Tetractys, pois a soma $1+2+3+4$ é igual a dez que é a unidade suprema. Formando uma pirâmide com os números estaria assim composta: na base a organização material: os 4 elementos, as 4 estações; na linha acima, o espiritual: 3 níveis do mundo – infernal, terrestre e celeste, 3 níveis da vida humana – físico, psíquico e espiritual; mais acima o casal e, no ápice, o divino.

O quadrado é uma expressão geométrica do quatro. Representa combinação e ordenação de quatro elementos. Os números ímpares estão ligados ao dinamismo enquanto que os pares são estáticos, firmes e definidos.

Apoiado pela base, o quadrado apresenta um caráter estático e severo o que determina organização e construção. Mas, apoiado pelo vértice tem um sentido dinâmico. O coração pulsante das cidades é um exemplo de sinais de divisão, organização e cultura humana. Ao redor de uma praça, cada um dos quatro lados correspondia ao parlamento, tribunal, mercado e igreja.

Por não haver preferência por nenhum dos lados, o quadrado também é símbolo de justiça.



O cinco é o símbolo do casamento; é a união dos desiguais. Símbolo do homem, uma cruz mais o centro - coração, representa a ordem e a perfeição.

Cinco é o número do centro. É símbolo da forma, da organização da forma, que ultrapassa o contorno aparente para buscar a essência do ser.

É símbolo da vida, do mental e do filosófico pois é indicação da inteligência, da visão além dos olhos que aponta para algo que se coloca além da dimensão física: a vida, rebelde para se enquadrar no número quatro. São cinco os sentidos: visão, olfato, audição, paladar e tato. São cinco as extremidades: cabeça, mãos e pés. São cinco as partes da planta: raiz, tronco, folhas, flores e frutos.

Seu símbolo é a maçã, pois suas sementes se colocam como uma estrela de cinco pontas.

São cinco as formas sólidas geométricas elementares: tetraedro, hexaedro, octaedro, dodecaedro e icosaedro.

Mais do que o pentágono, a figura principal é a estrela de cinco pontas que pode ser traçada com um único traço. Na Idade Média era usada como proteção contra os espíritos femininos (drudas) nas camas dos casais, berços e portas de estábulos.



O seis é resultado de duas tríades. Aplicado à natureza física, refere-se ao equilíbrio e à harmonia da criação que surgem da ordem. O mundo foi criado em seis dias (não cronológicos).

A forma geométrica mais representativa é a estrela de seis pontas que é formada por dois triângulos, um apontando para cima e outro para baixo. É o Selo de Salomão que significa a união de duas naturezas representadas pelos triângulos: a natureza divina e a natureza humana.

Representa também a conjunção de dois opostos: um princípio e seu reflexo. Marca um equilíbrio indefinido na oposição da criatura ao criador que pode tender para o bem ou para o mal, união ou revolta.



Soma do três – céu com o quatro – terra, o número sete simboliza a totalidade do universo.

É o número da perfeição dinâmica e expressa uma ação, uma transição. Marca a conclusão de um ciclo e renovação positiva; marca a passagem do

conhecido para o desconhecido. As fases da lua duram sete dias e sete dias dura uma semana. O homem sofre modificações de sete em sete anos.

O sete é um número sagrado. Deus criou o mundo em seis dias e no sétimo descansou. O sétimo dia é consagrado a Deus. O sabá não está voltado ao repouso mas ao coroamento da conclusão da perfeição. São sete os pecados capitais (orgulho, preguiça, inveja, cólera, luxúria, gula e avareza); as virtudes cristãs (teologais: fé, esperança e caridade e cardinais: força, temperança, justiça e prudência). São sete os sacramentos e as súplicas do Pai-Nosso.

São sete as notas musicais, as cores do arco-íris, os mares e as maravilhas do mundo.

Nos contos de fadas, também aparece nos sete anões e nas botas de sete léguas.



O oito representa a harmonia do novo ser, o alcançar uma nova forma. O oitavo dia é o início de uma nova semana.

É universalmente usado como símbolo da salvação, da passagem de um estado para outro, de uma ressurreição. A idéia de salvação está ligada às oito pessoas que se salvaram na Arca de Noé. O oito se encontra na forma da planta de algumas igrejas e as pias batismais também podem ser revestidas pela forma octogonal.

São oito as direções da rosa dos ventos. Muitas vezes é o número de raios da roda. A cruz de Malta é constituída por oito raios e um círculo. Está relacionado ainda com dois quadrados que formam um falso polígono estrelado.



O nove é o último número simples, limite da série antes de seu retorno à unidade. Nove é três vezes a tríade e expressa o desenvolvimento completo e harmonioso do ternário.



O dez é a unidade transcendental da ordem cósmica e do Ser Supremo. É o retorno à unidade após a multiplicidade.

A figura do dez é o círculo, emblema solar, símbolo do céu, da perfeição e da eternidade. O círculo torna-se o símbolo tempo, o ciclo da vida.

Os Três Pólos do Espírito estão também relacionados com as figuras do tempo. O Pólo da Oralidade Primária está relacionada ao círculo, pois para que a idéia seja mantida, ela é repetida de tempos em tempos. É aprendida pela narrativa e rito. O Pólo da Escrita está relacionado à linha, pois o que está perpetuado através da escrita independe do tempo; aprende-se com a teoria e a interpretação. E, finalmente, no Pólo Informático-mediático, o retorno aos segmentos e ao ponto que formam a rede. Relaciona-se com a pluralidade e

pela velocidade em tempo real e é aprendida pela modelização operacional e simulação (Lèvy, 1993).

E fecha-se mais um ciclo!

As formas, símbolos e significados podem servir de suporte para o desenvolvimento de projetos nos campos de programação visual, desenvolvimento de embalagens e produtos, como também encaminha para uma das mais importantes aplicações entre suas relações: o desenho da arte.

4 O DESENHO DA ARTE

“A arte é um sentimento difícil de ser definido. O seu tema, por mais importante e grandioso que seja, pode sempre ser simplificado ao ponto de ser compreensível por todas as pessoas. É aí, então, que a Arte atinge a sua forma mais sublime.”

Chaplin

A arte é um documento da humanidade. A arte espelha a filosofia, a crença, os costumes, as estruturas sócio-econômicas do momento integrado à cultura de um povo. Seja pela observação da natureza, pela busca do belo, pelo rigor científico, pelo caráter religioso ou para protestar ou acompanhar a velocidade das mudanças, a arte contribui para o conhecimento das transformações vividas pelo homem ao longo dos séculos.

Na pintura, escultura e arquitetura, a base da obra está nas linhas do desenho que se forma na mente do artista. Este desenho se concretiza em linhas e formas na pintura, no esboço ou no projeto. E a presença destas linhas e formas pode ser observada nos pequenos exemplos da grandiosa produção da arte desde o seu início.

A primeira manifestação artística surgiu na Pré-História, antes mesmo da escrita. E, já neste período, é possível perceber uma transformação que varia do figurativo ao geométrico e no caminho inverso dentro de um mesmo período ou das primeiras manifestações artísticas até os dias de hoje.

A principal característica dos desenhos do Paleolítico Superior ou Idade da Pedra Lascada é o naturalismo. O artista representava o que via com extrema capacidade de interpretar a natureza. É aceito que fazia parte de um processo de magia. Para eles os desenhos não representavam os seres, eram os próprios e poderiam ser protegidos ou dominados (Graça Proença, 1999). A figura 16 apresenta um exemplo de representação deste período. “É uma arte que partindo da fidelidade linear à natureza ... se encaminha para uma técnica muito mais ágil e sugestiva, quase impressionista” (Hauser, 1982, p.13).

Figura 16 – Touro. Paleolítico. Pech-Merle, França



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. I . p.67.

O período seguinte, Neolítico ou Idade da Pedra Polida, é caracterizado pelo uso de armas e instrumentos de pedra, pelo início da agricultura e domesticação de animais. O poder de observação foi substituído por um estilo mais simplificado. As figuras mais sugerem do que reproduzem os seres (Graça Proença, 1999). Segundo Hauser, o naturalismo está relacionado com estruturas sociais individuais e anárquicas, com ausência de tradições e falta de convenções estáveis enquanto que o geometrismo está relacionado à

uniformidade da organização social (Hauser, 1999). Na figura 17 aparece uma representação de estilo mais simplificado de uma cena de vida coletiva.

Figura 17 – Pintura rupestre. Neolítico. Tassili, Saara



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. I . p.39.

A caça desenvolveu um sentido de observação que, ao lado da capacidade inventiva, conseguiu expressões como o elefante da figura 18 que apresenta uma leveza na forma das linhas e uma criativa representação da orelha.

Figura 18 - Elefante. Neolítico. Grafito da região do Saara.



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. I . p.42.

A figura 19, sugere uma planificação da forma com os elementos do carro, com destaque para a regularidade da roda, representados no mesmo plano da forma humana. Outro grafito mostra uma carroça vista de cima e as rodas e os animais vistos de perfil, todos no mesmo plano.

Figura 19 - Homem construindo um carro. Idade do Bronze e do Ferro. Século Va.C., Vale de Carmonica, Itália.



Fonte: LLOYD, Christopher. História Gráfica del Arte Occidental. 1980. p.16.

Figura 20 - Arte rupestre. 1400 a 1200 a.C., Escandinávia.



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. I. p.48.

A observação dos povos pré-históricos incluía a movimentação dos corpos celestes. É possível ver na figura 20, barcos e discos solares e outros padrões circulares concêntricos que estariam representando o céu e também relacionado com o tempo, em desenhos gravados nas rochas na Escadinávia (Doczi, 1990). O círculo é conhecido como símbolo do céu, do emblema solar, do tempo e do ciclo da vida.

Ao deixar as cavernas e construir a própria moradia foram criados os nuragues, construções em forma de tronco de cone. As obras importantes deste período são chamados de monumentos megalíticos. O menir é uma pedra fincada verticalmente no solo e o dólmen (figura 21), tem a forma de mesa com duas ou mais pedras verticais e uma horizontal por cima.

Figura 21 - Dólmen



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.16.

Pesquisas mostram que os grandes monumentos feitos de pedra serviam como calendário, bússola ou ainda para rituais religiosos. O mais famoso é Stonehenge. Como pode ser observado na figura 22, a planta circular justifica tanto o tempo como a religião. Doczi em O Poder dos Limites mostra um estudo da posição dos seus

elementos em relação ao nascer e pôr do sol, às quatro estações e as proporções da seção áurea e triângulo de Pitágoras.

Figura 22 - Santuário de Stonehenge. Inglaterra.



Fonte: LLOYD, Christopher. História Gráfica del Arte Occidental. 1980. p.15.

Os desenhos pré-históricos se transformaram, ao longo do tempo, em signos semelhantes às letras. Do desenho nasceu a escrita dos hieróglifos. A escrita na China, como em outras partes do mundo nasceu da esquematização progressiva de desenhos figurativos. Segundo Décio Pignatari “ícone é um representante que, em virtude de qualidades próprias, se qualifica como signo em relação a um objeto representando-o por traços, de semelhança ou analogia” (Derdyk, 1989, p.102).

Figura 23- Ideogramas chineses



Fonte: DOCZI, György. O poder dos limites: harmonias e proporções na natureza, arte e arquitetura. 1990. p.35.

A escrita cuneiforme, o ideograma chinês (figura 23), o desenho do hieróglifo egípcio (figura 24) e as letras árabes, gregas ou romanas associadas ao seu significado, são os elementos de comunicação que permitiram a perpetuação de idéias e a transmissão de conhecimentos. Os registros humanos não envelhecem; geram cultura e contam história (Panofsky, 1976).

Figura 24- Hieróglifo. Templo de Edfu, Egito.



Fonte: O FASCINANTE MUNDO DOS PERFUMES. 1998. v.1. p. 24.

A escrita bem estruturada permitiu o conhecimento da cultura egípcia que tem na religião e na crença da vida após a morte seu aspecto mais significativo.

Os egípcios apresentam um código de arte inflexível, mecânico, estático e convencional. Os padrões usados pelos egípcios apresentavam movimentos mecânico e não orgânicos, pois cada movimento muda as dimensões no corpo orgânico. O frontal não afeta a forma e dimensões do resto do corpo. Não tem profundidade nem ajuste visual pois a perspectiva pode provocar distorções. As representações egípcias são planares porque só retratam o que pode ser apresentado no plano (Panofsky, 1976). A figura humana na arte egípcia obedecia à Lei da Frontalidade que consistia em representar membros e cabeça de perfil e tórax de frente (figura 25). “É uma arte que simultaneamente

pede e testemunha respeito pelo público” (Hauser, 1982, p.64). A arte não deveria ser uma reprodução naturalista, ao contrário, deveria ser claramente reconhecida como uma representação (Graça Proença, 1999).

Figura 25- Afresco da tumba de Horemheb. Detalhe. Vale dos Reis, Tebas.

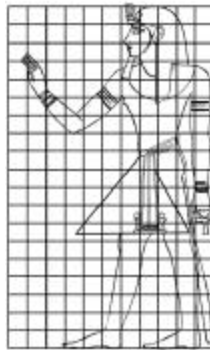


Fonte: O FASCINANTE MUNDO DOS PERFUMES. 1998. v.1. p. 22.

Os desenhos egípcios eram realizados sobre quadriculados definidos pela divisão da medida que se pretendia pelo cânone adequado à raça de um animal, à cabeça humana ou à figura humana. O padrão estabelecido para o traçado da figura humana no Império Antigo e Médio era de 18 unidades (Hauser, 1982) e no código posterior, 22 unidades (figuras 26 e 27). Em ambos os casos, era desprezada a parte superior da cabeça devido à variedade de penteados e arranjos na cabeça (Panofsky, 1976).

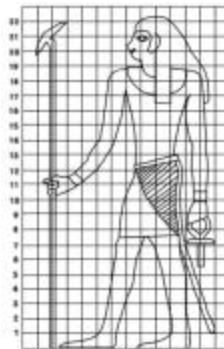
Mestres construtores e artesãos egípcios utilizaram a medida do “punho”, equivalente a um e um terço da largura da mão (quatro dedos) ou a um terço de um pé, para estabelecer o quadriculado das proporções da estatuária real (Doczi, 1990).

Figura 26 - Padrão quadriculado para desenho usado no Império Médio



Fonte: HAUSER, Arnold. História Social da Literatura e da Arte. 1982. v.1. p.61.

Figura 27 - Cânone ou Código Posterior da arte egípcia.

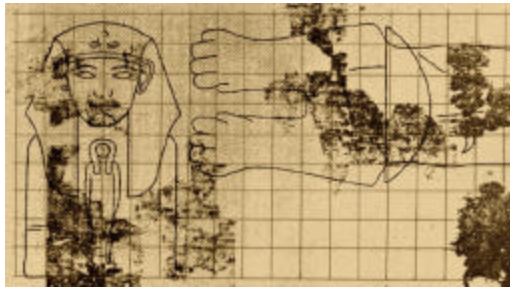


Fonte: PANOFSKY, Erwin. Significado das Artes Visuais. 1976. p.103.

Na escultura era utilizado o desenho das projeções, sobre uma malha de quadrados, nas quatro faces verticais e, se necessário, a projeção horizontal na superfície superior se a principal dimensão da figura fosse horizontal como na representação dos animais ou esfinges. A figura era desenvolvida, retirando o excesso de material e a forma surgia por um sistema de planos que se encontravam em ângulo reto. A figura 28 mostra um “projeto” de um escultor e a figura 29 ilustra o método utilizado: “... como se estivesse erguendo uma casa, o escultor desenhava plantas para sua esfinge em elevação frontal,

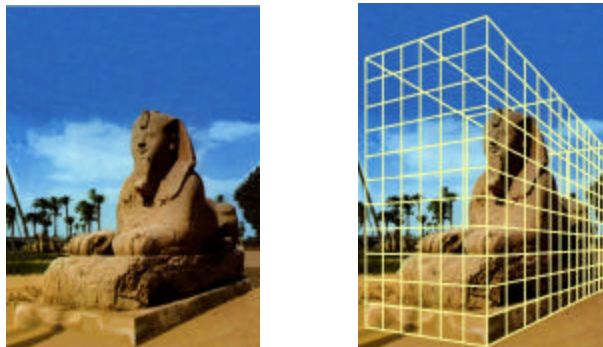
projeção horizontal e corte de perfil ... de modo que mesmo hoje em dia, a figura poderia ser executada segundo o projeto” (Panofsky, 1976, p.96).

Figura 28 - Esboço de trabalho de escultor egípcio (papiro). Neues Museum, Berlim.



Fonte: PANOFSKY, Erwin. Significado das Artes Visuais. 1976. p.95.

Figura 29- Esfinge de Mênfis / Aplicação do processo construtivo



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. I . p.81.

As obras arquitetônicas mais famosas são as pirâmides do deserto de Gizé: Quéops, Quéfren e Miquerinos da figura 30. A pirâmide de Quéops, a maior, é fonte de vários estudos, pois reúne um conjunto de profundos conhecimentos para a época. Sua forma geométrica de pirâmide de base quadrada está posicionada, estabelecendo relações com os pontos cardeais, meridianos e paralelos. Das relações matemáticas de suas medidas, como

altura ou lado da base, surgem resultados aproximados como a distância da Terra ao Sol ou o raio médio da esfera terrestre (o diâmetro do Equador é maior do que o eixo entre os pólos). As relações numéricas e geométricas da pirâmide estão profundamente relacionadas com a seção áurea. A Grande Pirâmide é a culminação de uma cultura que chega ao seu apogeu e que, a ponto de desaparecer, quis deixar para as civilizações futuras um testemunho de sua superioridade (Ghyka, 1953).

Figura 30- Pirâmides de Quéops, Quéfren e Miquerinos. Deserto de Gizé, Egito.



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.18.

Os gregos valorizaram o ser humano, não se submetendo a sacerdotes e reis pois para eles “o homem é a figura mais importante do universo. Assim, o conhecimento, através da razão, esteve sempre acima da fé em divindades” (Graça Proença, 1999, p.27)

Ao contrário da arte egípcia, os gregos apresentam uma arte baseada no sistema de relações, elástica, flexível, dinâmica e esteticamente relevante. Os artistas abandonam a verdade e dão à figura não as proporções reais mas aquelas que parecem ser belas. Mudam as dimensões para conseguir o

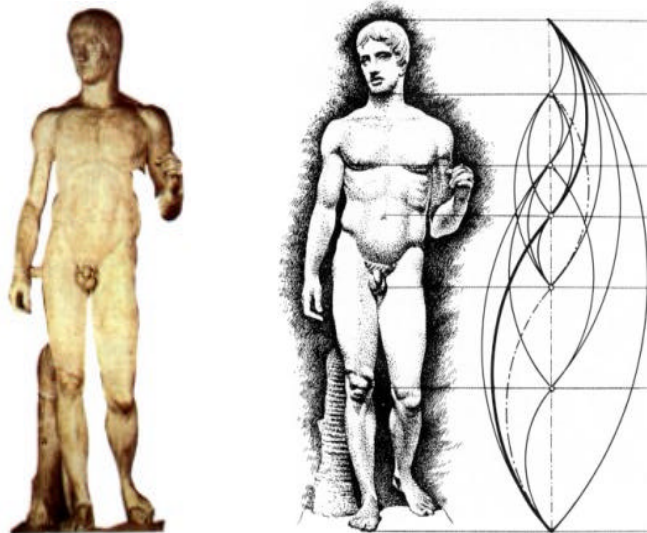
movimento orgânico e fazem correções para ajustar a impressão ótica. Além dos cânones, usavam a percepção visual e a liberdade artística (Panofsky 1976).

Panofsky (1976, p.101) cita ainda um trecho de Galeno:

“... sustenta que a beleza não consiste nos elementos, mas na proporção harmoniosa das partes, a proporção de um dedo para o outro, de todos os dedos para o resto da mão, do resto da mão para o pulso, deste para o antebraço, do antebraço para o braço inteiro, ou seja, de todas as partes entre si, como está escrito no cânone de Policleto.”

Policleto recebe o crédito por um célebre tratado sobre as proporções do corpo humano.

Figura 31 - Doryphoros. Policleto, cópia, Museo Nazionale, Nápoles



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.29.
DOCZI, György. O poder dos limites: harmonias e proporções na natureza, arte e arquitetura. 1990. p.104.

Os gregos consideravam que os seres humanos tinham a capacidade de refletir harmonia e beleza, levando até para suas esculturas e templos as proporções humanas, como medida padrão (Doczi, 1990).

Desta forma, como representado na figura 31, nas estátuas gregas, o umbigo divide a altura segundo seção áurea, comprovação que está de acordo com os cânones estudados por Durero e Leonardo da Vinci.

As proporções estão presentes também nos templos como no Parthenon mostrado na figura 32. Os templos gregos expressam um sistema filosófico: a harmonia perfeita, unidade orgânica do Universo (Ghyka, 1953).

Figura 32 – Parthenon. Acrópole de Atenas, Grécia



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. I. p.191.

Os templos gregos tinham planta geralmente retangular e a posição do telhado resultava em um espaço triangular chamado de frontão. As três formas de colunas de sustentação apresentaram uma transformação do linear para o figurativo.

A coluna dórica (figura 33) era simples e maciça e o capitel era feito por simples laje quadrada.

Figura 33 - Capitel dórico



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. I. p.176.

Figura 34- Capitel jônico



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. I. p.184.

Figura 35- Base de coluna jônica. Pórtico do Templo de Apolo. Didimo.



Fonte: LLOYD, Christopher. História Gráfica del Arte Occidental. 1980. p.35.

À coluna jônica (figura 34) mais alongada, foi acrescentada uma base, muitas vezes decorada com linhas geométricas – as gregas, vistas na base da

coluna jônica da figura 35, e o capitel recebe duas volutas em forma de caracol. E, finalmente, o capitel coríntio passou a ser revestido com folhas (figura 36).

Figura 36- Capitel coríntio



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. I. p.184.

A arte romana destaca-se na arquitetura. Os arquitetos etruscos introduziram o arco como elemento estrutural nas construções. Esta herança permitiu aos romanos a construção de ambientes mais amplos graças ao uso de arcos e abóbodas (Graça Proença, 1999).

Os romanos eram grandes urbanistas e técnicos que não tratavam de harmonia nas proporções, mas de soluções concretas. Seu espírito técnico fez realizar obras inéditas (Ghyka, 1953).

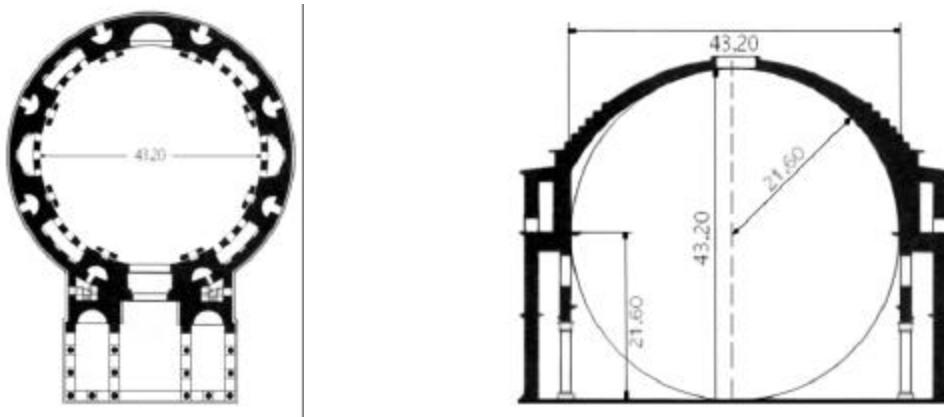
O mais expressivo exemplo da arquitetura romana é o Panteon (figura 37). Projetado para reunir a grande variedade de deuses existentes no Império, tem plana circular fechada por uma cúpula que termina em uma abertura por onde entra luz natural (Graça Proença, 1999). Pelas projeções da figura 38, é possível perceber que em seu interior pode ser inscrita uma forma esférica, ligada ao Ser Supremo.

Figura 37 – Panteon. Roma.



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.40.

Figura 38 – Planta e elevação do Panteon



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.40.

A arte primitiva cristã é uma arte simbólica, popular e simples. Como os cristãos eram perseguidos, sua maior característica é que homens do povo se expressavam através da representação de símbolos cristãos: a cruz, sacrifício de Cristo; a palma, martírio; a âncora, salvação e o peixe, Jesus Cristo, Filho de Deus, Salvador - do grego *ichtys* – *Iesous Christos, Theou Yios, Soter* (Graça Proença, 1999). A figura 39 mostra um exemplo da pintura mural encontrada nas catacumbas.

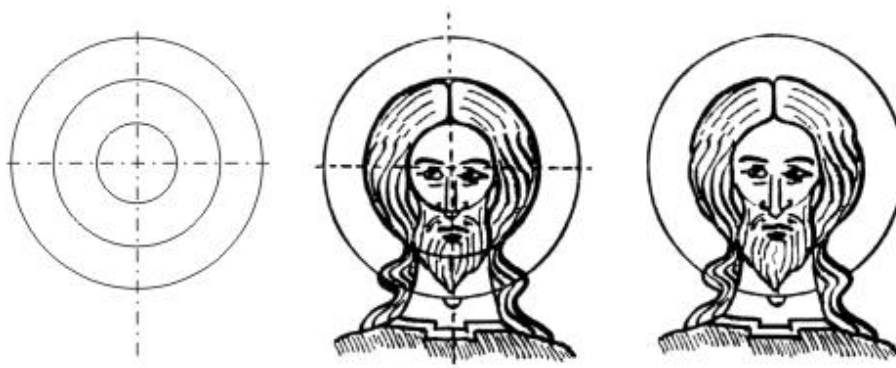
Figura 39 – Pintura mural das catacumbas de São Calixto. Roma



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.45.

A arte bizantina era majestosa. O poder e a riqueza expressam a autoridade absoluta do imperador, representante de Deus com poderes temporais e espirituais, chegando a ser representado com cabeça aureolada. Como na arte egípcia, para que atingisse seu objetivo foram criadas convenções. A frontalidade leva novamente a uma atitude de respeito. As regras para a posição, os gestos e símbolos eram rigorosamente determinados (Graça Proença, 1999).

Figura 40 - Desenvolvimento do Esquema de Três Círculos



Fonte: PANOFSKY, Erwin. Significado das Artes Visuais. 1976. p.117.

A teoria das proporções eram expressas por módulos ou unidades. As dimensões do corpo eram expressas em comprimento de cabeças ou de faces, sendo que o comprimento total do corpo seria de nove unidades. A teoria das proporções bizantinas determinou inclusive as medidas dos detalhes da cabeça em um sistema de módulo sendo o comprimento do nariz a unidade, a terça parte do comprimento da cabeça. O chamado “esquema de três círculos” (figura 40) consiste em um esquema planar, formado por três círculos concêntricos: o primeiro de raio igual ao comprimento do nariz determina as faces e a testa; o segundo, com o dobro do raio, determina o cabelo e o queixo e o terceiro, com raio igual a três unidades passa pela metade do pescoço e forma o halo (Panofsky, 1976).

Figura 41 - Mosaico pavimental. Museu de Corinto.



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v.II. p.300.

Os bizantinos atingiram a perfeição na realização do mosaico que consiste na colocação de pequenos pedaços de pedra de cores diferentes, dispostos segundo um desenho prévio. Os mosaicos já eram utilizados no piso, pelos

gregos e também pelos romanos, como elementos de decoração. Na mosaico pavimental romano da figura 41 é possível ver ao fundo uma composição de espirais, semelhante à distribuição das sementes do girassol.

Mas foi a habilidade dos bizantinos que fez com que o mosaico fosse destacado como um representativo elemento de sua arte (Graça Proença, 1999). Na figura 42, é possível ver um detalhe de um mosaico bizantino e a aplicação do “esquema de três círculos” no rosto do Imperador Justiniano, na Igreja de São Vital.

Figura 42 - Imperador Justiniano – Detalhe do mosaico da Igreja de São Vital



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. *História da Arte*. 1999. p.48.

O esquema planar foi mantido até para produzir um efeito de perspectiva nas cabeças voltadas a três quartos de perfil, ligeiramente inclinada. Para criar o efeito, o centro do círculo não poderia ficar mais na raiz do nariz, sendo deslocado para o canto exterior do olho ou para a pupila. O cânone bizantino, apesar da esquematização, baseava-se na estrutura orgânica do corpo e a determinação geométrica da forma era equilibrada pelo interesse nas dimensões (Panofsky, 1976).

Figura 43 – Ícone bizantino. Detalhe. Virgem de Vladimir. Museu Tretyakov. Moscou



Fonte: LLOYD, Christopher. História Gráfica del Arte Occidental. 1980. p.49.

Além dos mosaicos, os artistas bizantinos se destacaram pela criação dos ícones que significa imagem. Os ícones como expressão artística e religiosa, representavam figuras sagradas sobre placas de madeira ou metal com fundo dourado (Graça Proença, 1999). A figura 43 mostra um ícone bizantino e a forma como foi criado o efeito de perspectiva, usando uma variação do “esquema de três cabeças”.

Figura 44 – Mausoléu da Imperatriz Gala Placídia. Ravena.



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v.II. p.318.

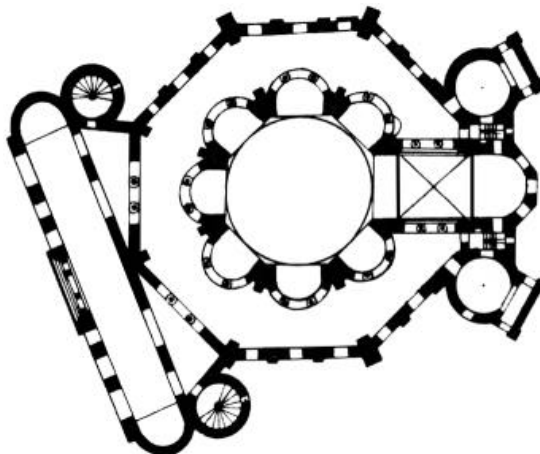
Figura 45 – Basílica de Santa Sofia. Istambul



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v.II. p.326.

Na arquitetura, destaque para as seguintes construções: o mausoléu da Imperatriz Gala Placídia (figura 44) pela planta em forma de cruz com um cubo sobre a cúpula central e a Basílica de Santa Sofia (figura 45) que apresenta uma marca da arquitetura bizantina que é o equilíbrio de uma grande cúpula sobre a planta quadrada. E ainda, a planta octogonal, número da ressurreição e salvação, da Igreja de São Vital que aparece na figura 46.

Figura 46 – Planta da Igreja de São Vital. Ravena.

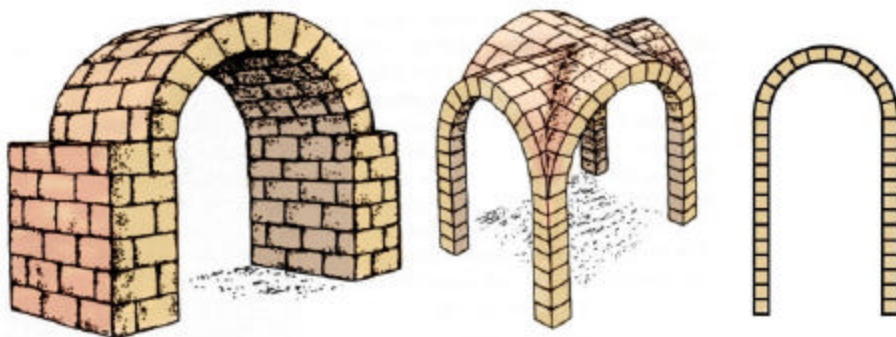


Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.51.

Quando os povos bárbaros tomaram Roma, os valores da clássica cultura greco-romana foram substituídos por uma de caráter decorativo na criação de pequenos objetos, destacando-se nos trabalhos de ourivesaria. O estilo ornamental dos povos bárbaros foi superado durante o reinado de Carlos Magno quando as tradições greco-romanas foram redescobertas. Neste período, foi criado um estilo arquitetônico chamado Românico por apresentarem estruturas semelhantes às construções romanas.

As características mais significativas (figura 47) estão na utilização da abóboda de berço que consiste em um semicírculo chamado de arco pleno e na abóboda de aresta que consiste na intersecção, em ângulo reto, de duas abóbodas de berço o que resolveu o excesso de peso do teto e a pequena luminosidade dos vãos estreitos. Por ser o apoio da abóboda de aresta um quadrado, esta forma refletiu-se como um módulo na planta das igrejas em forma de cruz (Graça Proença, 1999).

Figura 47 - Abóboda de berço e abóboda de aresta.



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.57.

O sistema gótico de proporções servia apenas para determinar o contorno e direção do movimento. A figura não tem mais relação com comprimentos de

cabeças ou faces. Villard de Honnecourt, arquiteto francês, ignora a estrutura natural do organismo. Coloca as figuras em sistemas de linhas ou formas geométricas, exemplificadas na figura 48, que nem sempre têm relação com as dimensões naturais como triângulos e pentagrama, que segundo o autor “ é totalmente alheio à natureza”. Mesmo quando tenta estabelecer proporções, o esquema determina mais a forma do que a proporção (Panofsky, 1976).

Figura 48 - Construção da figura frontal / Cabeças, mão e galgo
construídos / Cabeça construída. Villard de Honnecourt



Fonte: PANOFSKY, Erwin. Significado das Artes Visuais. 1976. p.124, 128, 125.

É a arquitetura a expressão que mais se destaca na arte gótica.

Matila Ghyka (1953, p.121) faz uma interessante relação entre as características da natureza e o estilo arquitetônico surgido no período gótico. Nos seres vivos há uma economia de substância que não se manifesta nos sistemas inorgânicos.

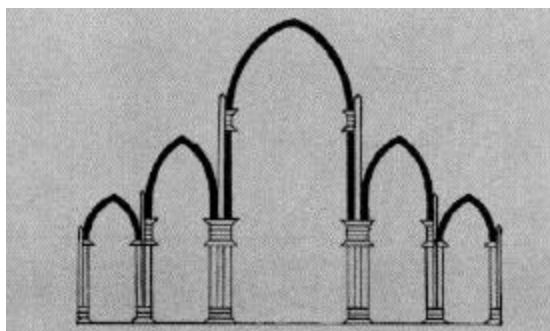
“Esta economia de substância, realizada com um êxito extraordinário especialmente nas plantas, nos pássaros e nos animais de andar rápido, deriva não de algum princípio de Mecânica geral, senão de uma

necessidade teleológica, a luta contra a gravidade terrestre, para permitir às plantas chegar à luz, aos pássaros voar e aos animais correr ou saltar. A arquitetura gótica tem tratado de forma análoga o problema do puxar vertical: luta contra a ação da gravidade; do mesmo modo, tem realizado uma notável economia de matéria com respeito às alturas alcançadas.”

Nas figuras 49 e 50, é possível perceber que a concretização da espiritualidade pela estrutura vertical causou um impulso para cima rompendo o arco de círculo e substituindo-o pela ogiva (Ghyka, 1953). A estrutura da ogiva é triangular, forma que simboliza a trindade divina nas religiões.

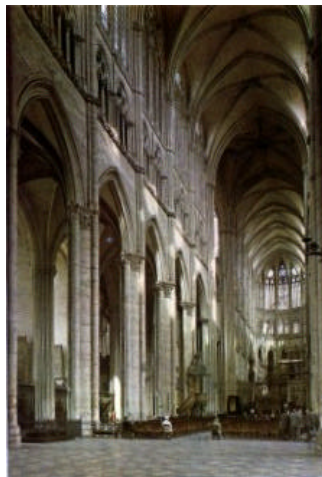
Assim como as colunas egípcias e gregas, a coluna gótica se inspira no perfil da árvore e a ornamentação usa temas florais que se agregam à harmonia estática. Na figura 51 fica clara a forma de nervura que reveste a coluna e se abre em cálice. Além de dar maior resistência e crescimento harmonioso, as linhas de flores ou frutos são símbolos de germinação, florescência e fecundidade que sugerem também a idéia de oferenda (Santos, 1959).

Figura 49 – Arco Gótico



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. II. p.432.

Figura 50 - Catedral de Amiens



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. II. p.438.

Figura 51 - Pilastra da Catedral de Wells



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. II. p.448.

Além do arco ogival, um elemento representativo nas construções góticas são os vitrais que tinham como função preencher os espaços vazios das paredes e produzir iluminação para o ambiente em forma de janelas. Apresentavam temas religiosos, ornamentos florais e construções geométricas. Os vitrais circulares são chamados de rosáceas (Graça Proença, 1999). A

figura 52 mostra uma rosácea da Catedral de Milão onde foi explorada a concordância de arcos, formando um elemento floral no centro.

Figura 52 – Rosácea da Catedral de Milão



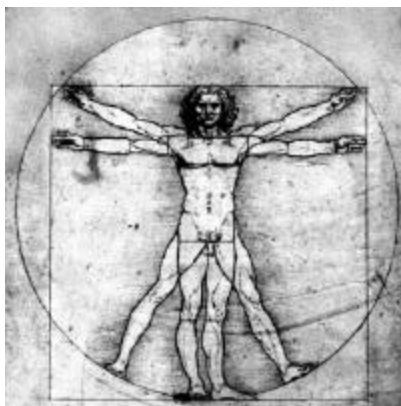
Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. II. p.504.

O Renascimento foi um período amplo e complexo onde ocorreram grandes progressos e realizações nas artes, literatura e ciência com a valorização do homem e da natureza em oposição ao divino e sobrenatural da Idade Média. Nas artes são encontrados uma preocupação com o rigor científico e o ideal humanista.

Uma figura que reforça a idéia de valorização do homem é a ilustração da idéia de Marcus Vitruvius Pollio que recomendava que, para que os templos fossem magníficos, deveriam estar baseados no corpo humano que

apresenta “harmonia perfeita entre todas as partes”. Na representação de Leonardo da Vinci da figura 53, o corpo humano aparece inserido no quadrado, relacionado à estabilidade da terra, e no círculo, que tem como centro o umbigo, relacionado às órbitas celestes (Doczi, 1990).

Figura 53 – Interpretação de Leonardo da Vinci do homem de Vitruvius



Fonte: LLOYD, Christopher. História Gráfica del Arte Occidental. 1980. p.108.

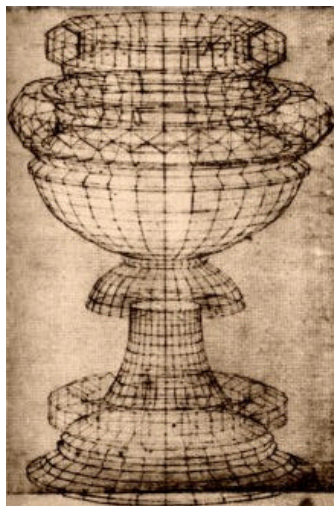
O intelectualismo crítico e dos estudos dos modelos antigos gerou um formidável impulso criador. O Renascimento não podia ser uma simples reversão ao passado clássico, um retorno ao paganismo, uma renovação da arte dos gregos e romanos. Tinha que ser uma nova forma de expressão, estilística e graficamente diferente (Panofsky, 1976).

Segundo Villanova Artiga, citado por Derdyk (1989, p.30):

“No Renascimento o desenho ganha cidadania, e se de um lado é risco, traçado, mediação para expressão de um plano a realizar, linguagem de uma técnica construtiva, de outro lado é desígnio, intenção, propósito, projeto humano no sentido de proposta de espírito, um espírito que cria objetos novos e os introduz na vida real.”

A interpretação científica do mundo resultou no estudo da perspectiva segundo princípios da Matemática e da Geometria. A perspectiva, associada ao claro-escuro, reforçou o volume das figuras que contribuiu para maior realismo nas pinturas. O efeito das diferentes distâncias levou a pintura para o mundo exterior e para uma visão completa do ambiente (Graça Proença, 1999).

Figura 54 – Estudo de Perspectiva. Paolo Ucello, Galeria de Uffizi, Florença



Fonte: LLOYD, Christopher. História Gráfica del Arte Occidental. 1980. p.83.

Na figura 54, um estudo de perspectiva atribuído a Paolo Ucello (1397 – 1475) mostra o aramado de representação da peça comparável ao aramado na modelagem por computador.

Na figura 55, um exemplo da aplicação da perspectiva exata e representação do exterior no qual podem ser percebidas as linhas que concorrem para um ponto de fuga, a perspectiva das escadas e dos arcos.

Figura 55 – Casamento da Virgem. Rafael Sanzio, 1504, Milão



Fonte: LLOYD, Christopher. História Gráfica del Arte Occidental. 1980. p.114.

Outra característica do Renascimento é o aparecimento do artista como criador individual e autônomo. Desta forma, apesar de haver características gerais, os artistas passam a expressar em suas obras os seus sentimentos e idéias (Graça Proença, 1999).

O que surge a partir daí é uma variedade de formas de representar e compor, principalmente na pintura. Uma obra que se destaca pela relação entre as figuras e as formas geométricas são os quadros de Piero della Francesca.

Na figura 56 é fácil perceber que a estrutura do rosto feminino tem forma redonda enquanto que o masculino tem forma quadrada.

Na composição dos quadros também é possível perceber formas geométricas em sua estrutura que abrigam os elementos principais. Para esclarecer este detalhe a figura 57 mostra a estrutura triangular que envolve a imagem da Virgem. Na representação da Virgem de diversos pintores, a

imagem está em uma forma triangular. Isto se justifica pela simbologia de que o triângulo está ligado à idéia de espiritualidade e religiosidade.

Figura 56 – Battista Sforza e Frederico Montefeltro. Piero della Francesca, 1472, Galeria Uffizzi, Florença



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.86.

Figura 57 – Virgem no Trono. Antonio Vivarini, detalhe, Galeria da Academia de Veneza



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v.III. p.563.

Como tem acontecido ao longo da história da arte, o Barroco rompe com o equilíbrio entre sentimento e razão do Renascimento para predominar a exaltação das emoções. Contra a reforma Protestante, o Barroco busca propagar a influência do catolicismo e o triunfo da fé. As obras apresentam vigor, movimento com o predomínio da linha curva.

A pintura barroca apresenta uma composição em diagonal com ênfase para a luz que dirige a atenção do observador. Representavam a aristocracia, as pessoas do povo e serviram de decoração para o teto das igrejas.

A perspectiva foi usada para dar continuidade à estrutura da igreja se abrindo para o céu. Isto é percebido na figura 58 onde figuras se entrelaçam com a continuidade das formas arquitetônicas da igreja.

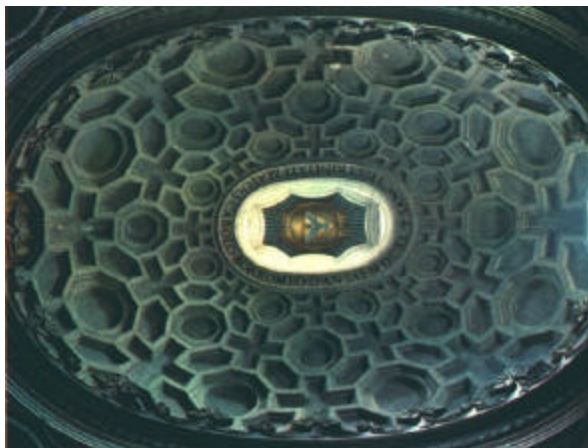
Figura 58 - A Glória de Santo Inácio. Andrea Pozzo, 1691-94, afresco no teto da Igreja de Santo Inácio, Roma.



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.106.

Na arte barroca é possível ver as criações de Bernini como as colunas retorcidas do baldaquino e a praça elíptica da Basílica de São Pedro. Já Francesco Borromini, na Igreja de San Carlo alle Quattro Fontane, usou uma composição de formas geométricas para criar na cúpula oval, saliências e reentrâncias, uma das fortes características do período Barroco, como pode ser visto na figura 59.

Figura 59 – Cúpula da Igreja de San Carlo alle Quattro Fontane. Francesco Borromini, 1641, Roma



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. V . p.1072.

A partir daí surgem movimentos artísticos que irão anteceder uma grande transformação na arte.

O Rococó suaviza nas cores e nas linhas os excessos do Barroco, tornando-as mais leves e delicadas (Graça Proença, 1999).

Com as escavações de Herculano e Pompéia, a pintura antiga descrita pelos literatos e a tradução dos hieróglifos por Champollion, o período Neoclássico retornou aos conhecimentos do Renascimento e da cultura greco-romana, como modelo de equilíbrio, proporção e clareza, mas adaptadas à

realidade e às necessidades da época. O Neoclassicismo mesmo estabelecendo certas normas, permite uma certa liberdade de expressão ao artista (Argan, 1998).

A Revolução Francesa e a Revolução Industrial causaram muitas transformações originando vários períodos artísticos de tendências e concepções diferentes. O Romantismo foi uma reação ao Neoclassicismo e defende que o artista deve ser livre de qualquer regra para representar o “sentimento do presente, o nacionalismo e a valorização da natureza”. As características do Romantismo possuem muito das formas barrocas, com a composição em diagonal e o uso de claro-escuro (Graça Proença, 1999).

O Realismo foi um período relacionado com a industrialização das sociedades. A arquitetura se voltou para as necessidades urbanas e a pintura adquiriu o papel social de retratar a vida cotidiana, denunciando as desigualdades surgidas com a industrialização: as condições míseras dos trabalhadores contra a rica burguesia.

“Os rápidos desenvolvimentos do sistema industrial, tanto no plano tecnológico como no econômico-social, explicam a mudança contínua e quase ansiosa das tendências artísticas que não querem ficar para trás ...” (Argan, 1998, p.17).

O Realismo já mostrava uma tendência para ver a realidade além do que os sentidos captam, pois para muitos artistas “a procura da realidade não é sinônimo de reprodução fidedigna” (Hofstatter, 1984, p.23). Coubert pregava a superação de teorias que medem, condicionam e orientam a relação do artista com a realidade. O que procurava era a libertar a sensação visual e a operação

pictórica de qualquer aspecto adquirido anteriormente. E foi “o movimento impressionista que rompeu decididamente as pontes com o passado e abriu caminho para a pesquisa artística moderna, ...” (Argan, 1998, p.75).

A partir do Impressionismo, os artistas tiveram mais liberdade e a constante pesquisa de novas formas de expressão gerou vários movimentos simultâneos e suas variações. Muitos artistas exploram várias tendências ora produzindo obras figurativas, ora abstratas. O desenho contribui como suporte para registrar o que o artista imagina, mesmo quando o contorno é superado. Só através da representação gráfica seria possível materializar um sonho, enganar a visão ou mostrar uma forma de ver ou, ainda, resumir em uma única forma todo o conhecimento de proporções e equilíbrio associado a uma expressão artística.

Na figura 60 aparece um dos quadros da série pintada por Monet que registrou as diferentes impressões que o edifício causava e os diferentes efeitos produzidos pela luz ao longo do dia (Graça Proença, 1999). À imagem da catedral somam-se “muitas outras imagens que emergem da memória ou brotam da imaginação” (Argan, 1998, p.102).

No revolucionário Impressionismo, o trabalho é rápido e leve na qual “sacrificam-se a exatidão da forma, a precisão do desenho e os contornos,...” (Hofstatter, 1984, p.27). A técnica rápida e sem retoque é na verdade uma técnica de conhecimento (Argan, 1998). Os impressionistas procuravam representar o momento que passa, explorando o efeito da luz sobre a cor. Para conseguir esta agilidade, conheciam bem as formas e movimentos, cujo estudo foi possível através da fotografia.

Figura 60 - Catedral de Rouen em Pleno Sol. Claude Monet, 1884, Museu do Louvre



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.141.

O Neo-Impressionismo caracterizou-se pelo uso das leis ópticas da visão e dos contrastes das cores complementares através do pontilhismo. As cores puras das pinceladas justapostas eram reunidas de forma a recompor as cores pela visão do observador. A figura 61 apresenta esta técnica em um quadro explicado por Argan (1998, p.118):

“O espaço é um plano, a composição é construída nas horizontais e verticais, os corpos e a sombra fazem ângulos retos. Os personagens são manequins geometrizados, colocados na aléia gramada como peões sobre um tabuleiro de xadrez em intervalos num ritmo calculado quase matematicamente, segundo a lei da proporção áurea....Os corpos sólidos, neste espaço-luz, são formas geométricas curvas, moduladas pelo cilindro e pelo cone...”

Argan acrescenta ainda que se a luz é recomposta a partir de uma fórmula científica, as formas das coisas devem ser regulares e geométricas como também era a forma de Piero della Francesca.

Figura 61 – Um Domingo de Verão na Grande Jatte. Georges Seurat, 1884- 86, Instituto de Arte, Chicago



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. VI. p.1434.

Figura 62 – O Castelo de Médan. Paul Cézanne, 1879-82, Galeria de Arte, Glasgow



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.147.

Cézanne começou impressionista mas logo tomou outros rumos que vieram influenciar outros artistas. Cézanne não queria o momento passageiro; buscava o permanente, a íntima estrutura da natureza (Graça Proença, 1999). Por acreditar que não se vive só de sensações, Cézanne investiga a estrutura da sensação (Argan, 1998). A composição é a edificação de formas fundamentais, “um mundo de princípios formais claros como cristal, uma visão

da Natureza segundo formas matemáticas e geométricas e uma cor translúcida” (Tintelnot, 1972, p.87).

Na obra da figura 62, percebe-se a estrutura cilíndrica das árvores e a diferença entre as linhas horizontais e verticais.

De outro lado, Van Gogh não se preocupa com a realidade de quem a contempla, a impressão e a visão, mas de quem enfrenta a realidade da existência com seu conteúdo essencial, a vida. Van Gogh considerava que a arte deveria ser um agente de transformação. Suas linhas são um protesto nervoso contra os trabalhadores explorados e dos camponeses de quem a indústria tira o sentimento do trabalho (Argan, 1998).

Figura 63 – Trigal com Corvos. Vincent Van Gogh, 1890, Rijksmuseum, Amsterdam



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. VI. p.1459.

“O desenho de Van Gogh é uma verdadeira festa de textura. As texturas são geradas por gesto numerosos: pontuais, circulares e retos que na repetição enfática, minunciosa, detalhada, constroem espaços compostos pela justaposição destes grupos de texturas” (Derdyk, 1989, p.174).

O vigor das pinceladas e as linhas onduladas caracterizam sua obra, raiz do Expressionismo. Na figura 63 aparece um exemplo da inquietação de Van Gogh.

A primeira influência de Cézanne se dá no Cubismo, em que “todas as noções são desprovidas da perspectiva ilusória da modelação e da representação de objeto próprios dos séculos anteriores” (Hofstatter, 1984, p.81).

Picasso foi um dos iniciadores do Cubismo. Na primeira fase de sua obra, a figura parece esculpida com os planos fragmentados como na figura 64.

Figura 64 – Arlequim Apoiado no Cotovelo. Pablo Picasso, 1909, Paris

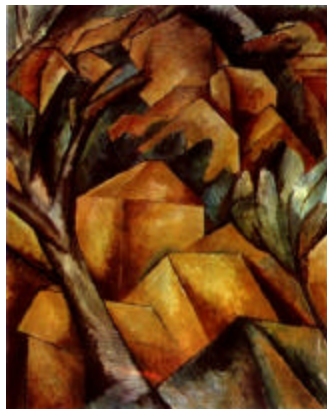


Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. VI. p.1517.

Outro cubista importante é George Braque (figura 65) que considerou “a pintura como uma obra diferente de descrição objetiva da realidade” (Graça Proença, 1999, p.157).

“Na revolução cubista, Picasso representa a força da ruptura e Braque o rigor do método” mais ligado a Cézanne (Argan, 1998, p.426).

Figura 65 – Casa em Estaque. George Braque, 1908, Berna



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. VI. p.1526.

Figura 66 – Violino e Cântaro. George Braque, 1910, Museu de Arte, Basileia



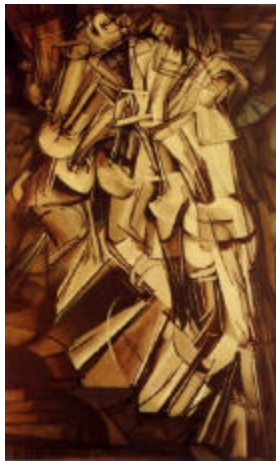
Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.155.

Passada a fase inicial, no Cubismo seguiram duas tendências: o Cubismo Analítico e o Cubismo Sintético. O cubismo vê simultaneamente as formas do objeto que não é quebrado, mas reproduzido em visões múltiplas (Tintelnor, 1972). No Cubismo Analítico, após definido o tema, todos os lados eram representados simultaneamente, chegando a um nível de fragmentação que as figuras se tornaram irreconhecíveis. No Cubismo Sintético houve a tentativa de

deixar o objeto mais reconhecível, mas foi mantida a fragmentação e a apresentação simultânea das vistas do objeto com o acréscimo da colagem de outros elementos e o uso de letras, palavras, números e notas musicais (Graça Proença, 1999).

A figura 66 mostra uma obra do Cubismo Analítico na qual ainda é possível identificar os objetos.

Figura 67 – Nu Descendo a Escada. Marcel Duchamp nº 2, 1912-16, Museu de Arte, Filadélfia



Fonte: ARGAN, Giulio Carlo. Arte Moderna. 1998. p.440.

Enquanto o Cubismo apresenta a visão de um objeto repetida de vários ângulos, segundo a mudança do ponto de vista do observador, o Futurismo crê que a experiência dinâmica da época é que move o objeto para o observador. É descoberta uma nova beleza: a beleza da velocidade. Para dar a noção de movimento, o objeto é apresentado várias vezes no ritmo da evolução do movimento (Hofstatter, 1984). Duchamp usa a repetição de formas para representar a seqüência de movimentos de uma pessoa que desce a escada, na figura 67, mas considera este movimento não como o dinamismo futurista

em que o movimento é velocidade, mas sim como reflexo do movimento das máquinas (Argan, 1998)

A velocidade das mudanças e a liberdade de expressar a visão destas mudanças fizeram com que surgissem muitos movimentos artísticos, alguns com tendência geométrica, outros figurativos, outros abstratos.

Kandinsky foi um artista que passou por várias formas de representação. Começou com o abstracionismo, no qual o objeto desaparece por completo dando lugar a manchas e traços. Depois acentua o uso da cor na manifestação de conflitos e tensões. No período seguinte, usa “princípios formais mais rigorosos: ao período dramático, segue-se o período da arquitetural. Círculos e princípios geométricos, universos de paralelas e de pontos serão os temas favoritos até 1929”. Respondeu às aspirações da época: conhecer a “essência das coisas que enchem as formas”, o poder expressivo da cor e a “vontade de não utilizar a reprodução da natureza senão como ponto de partida para uma forma e um movimento absolutos” (Tintetnot, 1972, p.137).

Figura 68 – Batalha. Wassily Kandinsky, 1910, Tate Gallery, Londres



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.159.

Da imagem indefinida das obras abstracionistas (figura 68) Kandinsky chega à representação geométrica como na obra da figura 69.

Figura 69 – Alguns Círculos. Wassily Kandinsky, 1926, Nova York.



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. VII. p.1631.

Assim como Cézanne, Mondrian buscava a essência de cada coisa, o que era constante em seres que pareciam diferentes. E essa essência faria as coisas estarem em harmonia com o Universo. E, assim como Kandinsky, chegou na representação geométrica. Para encontrar a “estrutura oculta dos seres” pintou uma série de árvores na qual a primeira é reconhecível até chegar a um conjunto de retas e curvas. Finalmente, elimina as diagonais e curvas e usa apenas linhas horizontais e verticais e cores primárias, conseguindo equilíbrio na assimetria (Graça Proença, 1999). É o chamado Neoplasticismo.

As figuras 70, 71 e 72 mostram uma seqüência do figurativo para o geométrico desenvolvida por Mondrian.

Figura 70 – Árvore Vermelha. Piet Mondrian, 1909-1910, Haia



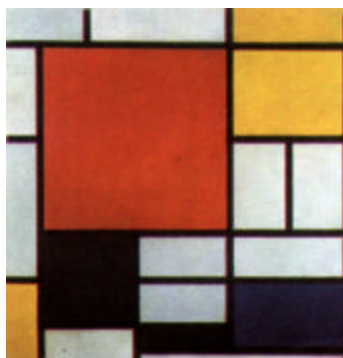
Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.161.

Figura 71 – Árvores em Flor. Piet Mondrian, 1912, Haia



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.162.

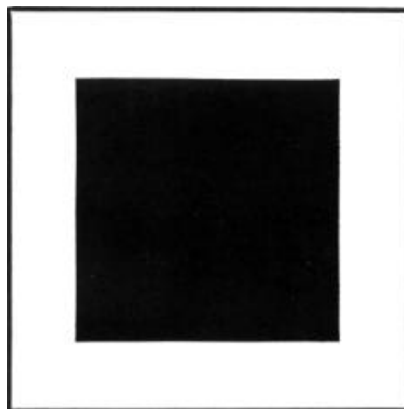
Figura 72 – Composição. Piet Mondrian, 1921, Paris



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.162.

Malevitch denomina sua arte de Suprematismo, ou seja, conhecimento puro, exclui emoções e visa apenas ao absoluto. As formas tinham que se apresentar planas já que a superfície é o espaço da pintura. Não considera um registro da emoção humana. Fundamentado em puras relações matemáticas, quer despertar as emoções e levar o observador a “comparar a dinâmica das formas com a própria existência e de reviver distâncias e profundidades dos planos” (Hofstatter, 1984, p.146). A figura 73 mostra um quadrado preto rigorosamente centrado sobre uma superfície branca.

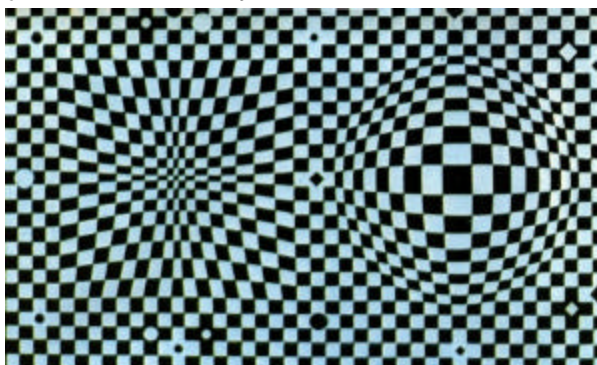
Figura 73 – Quadrado Preto. Kasimir Malevitch, 1913, Leningrado



Fonte: HOFSTATTER, Hans H. Arte Moderna, pintura, desenho e gravura. 1984. p.141.

A Op Art ou Arte Cinética trabalha com figuras geométricas combinadas de tal forma que produzem uma sensação de movimento. Como é apresentado na figura 74, Vasarely faz uma pesquisa claramente científica na qual as séries de formas geométricas são dispostas segundo uma ordem com possibilidades de variação. Podem ser lidas na vertical, na horizontal, nas diagonais ou mesmo invertendo a relação positivo-negativo (Argan, 1998).

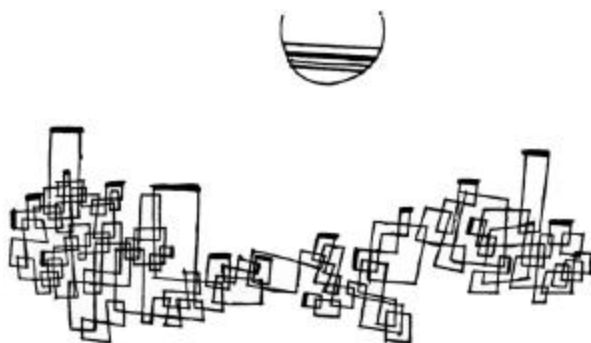
Figura 74 – Veja III. Victor Vasarely, 1959



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v.VII. p.1737.

“Nos desenhos de Paul Klee, a linha assume total autonomia quanto ao seu poder de decisão ao se transformar em personagens mutáveis... a linha não se esforça em representar, referenciar o mundo visível e material, figurando seres, animais, objetos. A linha simplesmente é” (Derdyk, 1989, p.118).

Figura 75 – Mecânica de Um Bairro. Paul Klee, 1928



Fonte: HOFSTATTER, Hans H. Arte Moderna, pintura, desenho e gravura. 1984. p.155.

No desenho da figura 75, de Klee, a concentração de retângulos está relacionada às cidades com suas construções retangulares de diferentes alturas e concentrações. Faz uma relação com a natureza através da forma

redonda no céu. Seu trabalho está repleto de proporções, em geral a seção de ouro (Hofstatter, 1984).

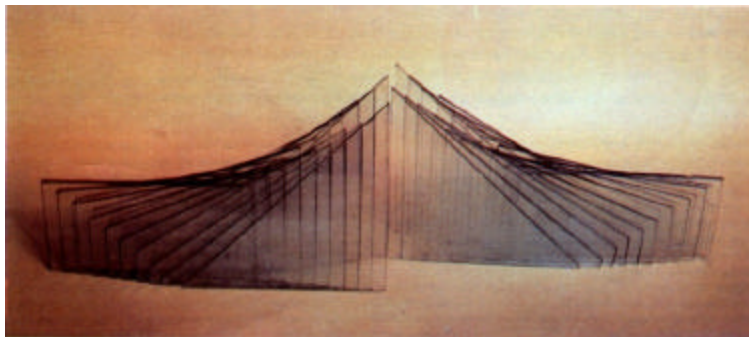
No campo da escultura, as formas geométricas são utilizadas para a concretização da expressão artística. Na figura 76 aparece a utilização da forma oval. Planos sucessivos que partem da forma triangular e vão se transformando e criando um movimento com as linhas das arestas estão na obra da figura 77. A escultura da figura 78 mostra a forma resultante da disposição das linhas relativas ao quadrado que as emolduram.

Figura 76 – Construção no Ovo. Anton Pevsner, 1948, Paris



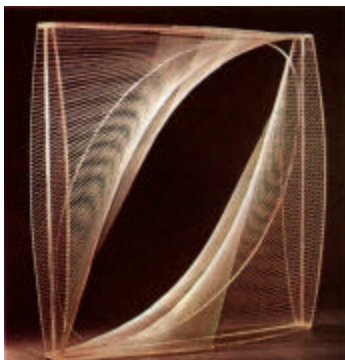
Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v.VII. p.1752.

Figura 77 – Escultura de Cristal. Kazmer Fejer, 1956



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.258.

Figura 78 – Construção Linear – Naum Gabo



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.160.

O desenho também serviu de suporte para outra forma de representação. Na obra de Miró, figura 79, encontra-se tendência para sinais hieroglíficos em um nítido caminho do ilustrativo para o simbólico em que fantasia e realidade se confundem sendo um dos representantes do Surrealismo (Hofstatter, 1984). A linha se desenvolve sinuosa e livre e a forma sugere um objeto.

Figura 79 – Noitada Esnobe da Princesa. Joan Miró, Paris



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.167.

O Surrealismo mostra o universo da imaginação e da ironia e o desenho, servindo de suporte, permite retratar este universo da imaginação. Em alguns

casos, a claridade ofuscante é tanta que as paisagens são lunares e universos psíquicos dão a impressão do real (Argan, 1998).

Figura 80 – Os Passeios de Euclides. René Magritte, 1955, Minneapolis



Fonte: RENÉ MAGRITTE. 1995. Ilustração 47.

Figura 81 – Mae West – Salvador Dali, 1934-1936, Instituto de Arte, Chicago



Fonte: GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. História da Arte. 1999. p.166.

Na obra de Magritte da figura 80, aparece um quadro que substitui parte da vista da janela e a ambigüidade visual entre a torre cônica e a perspectiva da rua. Na figura 81, Dali retrata Mae West, atriz norte-americana, convertendo-a em cortina, lareira, quadro e sofá.

M.C. Escher é outro artista que tem em seus trabalhos uma aparência misteriosa e surrealista, mas com caráter mais científico do que as fantasias oníricas de Magritte e Dali. O trabalho de Escher ficou crescentemente popular devido à sua combinação de humor, lógica e precisão meticulosa com artifício visual, como pode ser visto na figura 82.

Figura 82 – Relatividade. M.C. Escher, 1953.

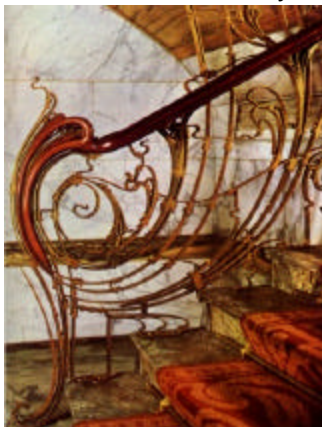


Fonte: HOFSTADTER, Douglas R. Gödel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid. 1989. p.98.

Com a Revolução Industrial surgiu uma preocupação com a vulgarização ou destruição do conteúdo artístico dos produtos industrializados produzidos mais rapidamente do que o artesanato. No final do século XIX, surgiu o

movimento que ficou conhecido como Art Nouveau (figura 83). Sua característica mais forte é o uso das formas vegetais, de animais de aspecto frágil e delicado como a borboleta. Reuniu diversas tendências como a arte oriental e iluminuras medievais (Graça Proença, 1999)

Figura 83 - Balaústre da Escada da Casa Solvay. Victor Horta, 1894



Fonte: ARGAN, Giulio Carlo. Arte Moderna. 1998. p.201.

Na opinião de Matila Ghyka (1953) o Art Nouveau apresentou uma completa ignorância da dinâmica da vida e seus símbolos são ociosos. O movimento não correspondeu à necessidade da época.

A Bauhaus foi uma escola que recebeu a contribuição direta e indireta de muitos artistas como Klee, Mondrian, Kandinsky, Malevitch entre outros. Para seu fundador Walter Gropius “o objetivo final de toda a atividade pictórica é a construção” (Hofstatter, 1984, p.150). Propõe uma obra de arte comum para a sociedade moderna, uma arte para fins funcionais. A Bauhaus tem como finalidade recompor entre a arte e a indústria produtiva o vínculo que unia a arte e o artesanato. No Desenho Industrial, tudo se reduz a projetar para a indústria. O tecido vital da sociedade é a comunicação que existe em tudo que

nos cerca, nos edifícios, nos móveis, nos objetos. E muitos objetos para a produção industrial nasceram da pesquisa da Bauhaus com tendência para a geometrização da forma, porque a forma é pré-padronizada (Argan, 1998).

Assim, surge mais uma relação: o universo da forma dos objetos.

5 O DESENHO DOS OBJETOS

O homem sempre procurou suprir suas necessidades criando objetos que o ajudassem no desenvolvimento de suas atividades, que reduzissem o esforço e otimizassem o tempo ou que o trouxessem conforto. Os avanços técnicos e a pesquisa de novos materiais permitiram que houvesse uma associação entre o funcional e o estético e a redução das dimensões. No seu livro *O Design do Século*, Michael Tambini apresenta e analisa uma interessante coletânea de objetos desenvolvidos no século XX.

Alguns designers se preocupam mais com a forma do que com o conforto ou praticidade, outros tentam conciliar forma, tecnologia e ergonomia para trazer maior conforto ou funcionalidade. O importante é que, através da análise de alguns objetos, é possível perceber a inspiração nas formas da natureza, a influência das tendências artísticas e a presença de figuras geométricas nos mais variados objetos, de móveis a utilitários, de carros a embalagens.

As peças de mobiliário oferecem muitas opções para a criação de suas formas e a cadeira é usada como meio de expressão pessoal pelos designers.

A cadeira Borboleta, da figura 84, tem o assento fixado à estrutura como uma rede e sugere a forma de uma borboleta.

A cadeira Red-Blue, Vermelha-e-azul, da figura 85, reduziu a cadeira a formas planas básicas. As linhas pretas, as formas quadriláneas e as cores primárias lembram a obra do artista Piet Mondrian. Do mesmo design, a cadeira Zig-Zag, da figura 86, pretendia baixo custo e tem o aspecto de tira retangular dobrada em ziguezague.

Figura 84 – Cadeira Borbolet. Antonio Bonet, Juan Kurchan e Jorge Ferrari Hardoy, Argentina, 1938



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.35.

Figura 85 – Cadeira Red-Blue (Vermelha-e-azul). Gerrit Rietveld, Holanda, 1917 -18



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.33.

Figura 86 – Cadeira Zig-Zag. Gerrit Rietveld, Holanda, 1934



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.271.

Como solução para não haver encaixes surge a Espreguiçadeira, da figura 87. As formas curvas surgem do recorte de uma única folha retangular.

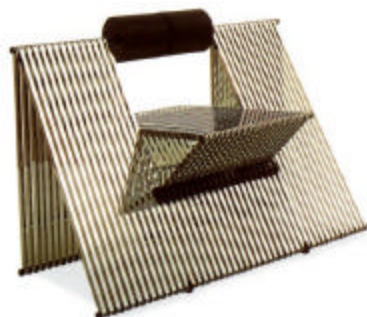
Figura 87 – Espreguiçadeira. Gerald Summers, Reino Unido, 1933-34



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.35.

Interessantes elementos geométricos surgem na Cadeira Quarta, da figura 88. As linhas paralelas foram planos que sugerem um recorte com dobra para formar o assento. Para completar, o encontro é formado por duas peças cilíndricas.

Figura 88 – Cadeira Quarta. Mario Botta, Itália, 1984



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.256.

Os avançados processos tecnológicos permitiram a realização da Cadeira Esfera, da figura 89. É uma cadeira voltada à era espacial, assunto de grande interesse na época.

Figura 89 – Cadeira Esfera. Eero Aarnio, Finlândia, 1963-65



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p. 37.

O Sofá Bocca (figura 90) foi inspirado em um sofá projetado por Salvador Dali baseado na boca de Mae West, que aparece no quadro de mesmo nome. Na produção de móveis mais criativos e baratos foram usadas as almofadas redondas de banquinhos de balcão para formar o Sofá Marshmallow, como aparece na figura 91.

Figura 90 – Bocca. Studio65, Itália, 1970



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.42.

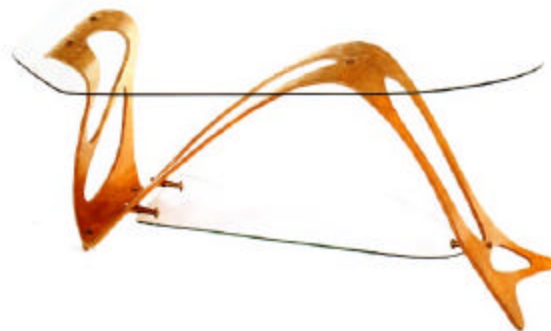
Figura 91 – Sofá Marshmallow – George Nelson – Estados Unidos/1956



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.41.

As mesas de centro e laterais também são objetos de criação para os designers. A Mesa Arabesco (figura 92) apresenta formas esculturais e orgânicas influenciadas por Antonio Gaudí.

Figura 92 – Mesa Arabesco. Carlo Mollino, Itália, 1947



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.45.

A mesa lateral Kristall é peça da primeira coleção Memphis, criada com ênfase nas cores e formas, apresenta uma forma prismática com um tampo circular, como pode ser visto na figura 93.

Figura 93 – Kristall. Michele De Lucchi, Itália, 1981



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p. 44-45.

A figura 94 mostra a transformação na forma de abridores de garrafa ao longo dos anos que parte do figurativo para a simplicidade do geométrico.

Representante da década de 30, o Squeezit, da Chase Brass & Copper Co., tem uma forma que sugere um falcão; o abridor cilíndrico de Arne Jacobsen é da década de 60; Arne Petersen criou o abridor em forma de ovo, em 1975 e o triangular Open Two, que surge de um quadrado dobrado, é de Daniel Ebiara em 1990.

Figura 94 – Abridores de garrafa



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p. 91.

O espremedor de limão da figura 95 sugere os gomos da fruta em uma forma de aranha.

Figura 95 – Espremedor de limão. Philippe Starck, França, 1990



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p. 273.

A coqueteleira fabricada pela Napier (figura 96) apresenta a forma de um pingüim. Independente da forma, os bicos de chaleiras, jarros e cafeteiras, inclusive na coqueteleira, são inspirados em bicos de pássaros.

Figura 96 – Coqueteleira. Napier, Estados Unidos, 1930



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.90.

O sifão para refrigerante em forma de ampulheta é composto de duas formas esféricas revestidas por uma rede de vime de padrão geométrico hexagonal (figura 97).

Figura 97 – Sifão para refrigerante, França, 1910



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p. 91.

Aldo Rossi apresenta suas idéias apenas em esboço. A cafeteira da figura 98 reflete um gosto pela arquitetura e as linhas inspiradas nas colunas clássicas.

Figura 98 – Cafetière. Aldo Rossi, Itália, 1986



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.73.

A chaleira da figura 99 é uma da série lançada por Peter Behrens. É possível ver sua forma de prisma octogonal conjugado com uma pirâmide de base octogonal truncada.

Figura 99 – Chaleira de cobre. Peter Behrens, Alemanha, 1909



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.74.

Na “Chaleira com Apito em Forma de Pássaro” (figura 100) é possível ver a forma de tronco de cone concordando com a seção esférica da tampa; o pegador também é esférico. Na ponta do bico, o apito apresenta a forma de um pássaro.

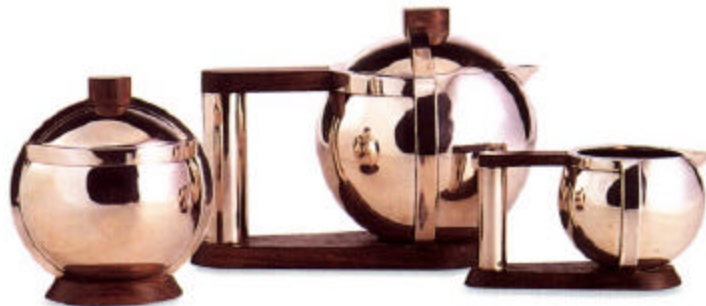
Figura 100 – Chaleira Alessi. Michael Graves, Itália, 1983



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.74-75.

Jean Puiforcat era um design que se interessava pelo princípio matemático da razão áurea que fornecia o sistema de proporções à sua obra. Os aparelhos de chá apresentam uma geometria simples (figura 101).

Figura 101 – Aparelho de chá de prata. Jean Puiforcat, França, 1928



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.82.

O plástico e seus derivados permitiram uma maior liberdade de cores e formas.

Figura 102 – Fluocaril. Philippe Starck, 1989



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.101.

A escova Fluocaril (figura 102) demonstra a intenção de criar algo belo e funcional. O cabo é inspirado na forma natural da labareda e a base se solidifica na forma de tronco de cone.

A figura 103 apresenta uma fruteira compartimentalizada composta de uma forma prismática quadrada ladeada por quatro quartos de esfera.

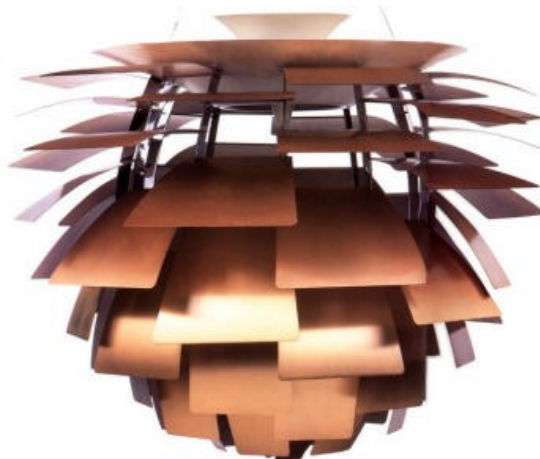
Figura 103 – Fruteira. Lella Massimo Vignelli, Itália, 1960-70



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.51.

A produção de formas para iluminação também varia das formas naturais às geométricas.

Figura 104 – Alcachofra de PH. Poul Henningsen, Dinamarca, 1958



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p. 54.

Figura 105 – Libélula. Clara Driscoll, Estados Unidos, 1900-10



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p. 54.

Figura 106 – Eclisse. Vico Magistretti, Itália, 1966



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.55.

Na figura 104, as “folhas” sobrepostas espalham a luz numa ampla área e sugere a forma de uma alcachofra. No abajur Libélula (figura 105), formas como tronco de cone e cilindro são revestidas por elementos da natureza: libélulas no quebra-luz e lírios d’água no pé. O abajur Eclisse (figura 106), além de ser composto por formas esféricas, tem o nome relacionado às características do eclipse para o ajuste a luz.

O gramofone da figura 107 apresenta a influência da art nouveau e a forma da natureza na corneta em forma de flor, estilo conhecido como “Morning Glory”.

Figura 107– Gramofone Pathé. França,1908



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p. 60.

Os rádios que pareciam peças de mobília, a partir do aparecimento de novos materiais, passaram a ter formas mais ousadas como o circular da figura 108.

Figura 108 – Rádio AD 65. Wells Coates, Reino Unido,1932-34



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.258.

A TV Videosfera, além de tirar do plástico a idéia de descartável, foi uma revisão radical da forma tradicional dos televisores. O interesse da época pelas viagens espaciais está representada na forma esférica que lembra um capacete de astronauta (figura 109).

Figura 109 – Videosfera JVC, Japão, 1970



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.59.

O Mercedes-Benz 300SL (figura 110) recebeu o apelido de “Gullwing” ou “Asa de gaivota” pois quando as duas portas estavam abertas, o carro tinha a aparência de uma gaivota em pleno vôo.

Figura 110 – Mercedes-Benz 300SL. Alemanha, 1954



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.183.

Também nas embalagens é possível perceber diversas formas para envolver o produto constituindo-se cada vez mais em um veículo poderoso de venda. Em diversos materiais e tecnologias, pode-se encontrar as mais variadas formas geométricas: prismas, pirâmides, cilindros e cones e formas inspiradas na natureza.

Na indústria de perfume, a embalagem tem tanta importância quanto o próprio perfume. O vidro do perfume Chanel Nº 5 (figura 111), mesmo em suas variações, apresenta forma geométrica.

Figura 111 – Frasco do perfume Chanel Nº 5, 1921



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.104.

Na figura 112, pode-se ver o torso de uma mulher, moldado por um espartilho, em um frasco de perfume de Jean Paul Gaultier. E na figura 113, o que se vê é a forma espiral dupla do DNA, refletindo o interesse pela genética nos anos 80.

Figura 112 – Frasco de perfume de Jean Paul Gaultier, 1993



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p. 105.

Figura 113 – Frasco do Perfume DNA, 1993



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.105.

A viagem pelo mundo das formas mostra uma íntima ligação entre as formas da natureza e a forma do seu desenho. Na natureza, as formas sugeridas permitem agrupar, classificar, embasar os estudos científicos que levam ao desenvolvimento tecnológico. Esta relação também se manteve forte no desenvolvimento da arte, reflexo de um contexto filosófico e social. A arte e também a produção de objetos, atravessou os séculos num ir e vir entre o figurativo e o geométrico, sem nunca perder o homem de vista. Pode-se resumir dizendo que o desenho destas formas faz parte da natureza, da história e da própria vida. E para compreender este entrelaçamento é preciso começar pelas raízes.

Da mesma forma, o ensino do desenho, para chegar a uma visão de todas as possíveis relações, precisa começar pela sua essência. E não perder de vista o objetivo que se quer atingir. Usar os recursos e as informações disponíveis, não para abreviar os caminhos, mas para ladeá-los de habilidades, de estímulos à criatividade e de novos horizontes.

6 A Construção do Ensino de Desenho

A disciplina de desenho trabalha com um aspecto forte da comunicação que é a imagem. Dependemos muito dela para aprender (Hawkins, 1995). O maior desafio para os educadores, nos dias de hoje, está em encontrar o caminho que estimule e fortaleça a formação do conhecimento. Mesmo nos dias de hoje, será possível ensinar a escrever sem conhecer letras? Ou fazer cálculos sem o conhecimento das operações básicas? No caso específico do desenho, as profissões que o têm como forma de expressão, trabalham com a criatividade como suporte para resolver as questões formais, funcionais e a transmissão de idéias. A mesma criatividade precisa ser aplicada aos recursos disponíveis para buscar o que ainda não foi feito e, desta forma, realizar uma nova proposta. Neste mundo de criação tudo que está ao redor pode servir de fonte para uma solução criativa, que está profundamente ligada à relação com as pessoas, desde uma moradia, uma peça de mobiliário, um objeto utilitário ou as mais diversas expressões gráficas e visuais.

O desempenho diferencial do profissional está na bagagem de conhecimento construído em sua formação, inclusive para refletir sobre a tecnologia que irá viabilizar sua idéia.

Desta forma, a construção do conhecimento na área do desenho deve buscar utilizar os princípios teóricos, permitindo o exercício da criatividade e as relações com outras áreas do conhecimento. Os conceitos de desenho podem ser explorados de forma aplicada, independente do nível de ensino em que se

encontre. O primeiro exemplo desta aplicação está relacionado com a construção das gregas, cujo desenho pode ser visto na figura 114.

Figura 114 – Representação da grega da base de coluna jônica. do Templo de Apolo.



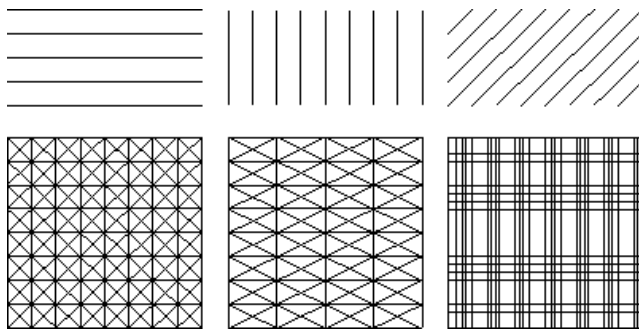
Fonte: LLOYD, Christopher. História Gráfica del Arte Occidental. 1980. p.35.

As gregas foram muito usadas pelos povos da antigüidade, principalmente os gregos, como ornamento em peças de vestuário, vasos e faixas decorativas em colunas fachadas e interiores. A construção de uma grega é feita sobre uma rede formada por linhas retas. Chama-se tempo o número de linhas horizontais necessárias à sua formação. Com a estrutura oblíqua, recebe o nome de meandro (Penteado, 1965).

Além de estabelecer a relação histórica de sua utilização, na construção de uma grega é possível trabalhar com os elementos de sua estrutura. O primeiro conceito está na posição das retas na rede, formada por retas horizontais, verticais e inclinadas. Estas retas devem ser paralelas, outro conceito, com distância constante ou não. Para construir uma rede um uma área determinada, pode ser usada a divisão de segmento em partes iguais ou com intervalos diferenciados conforme a figura 115.

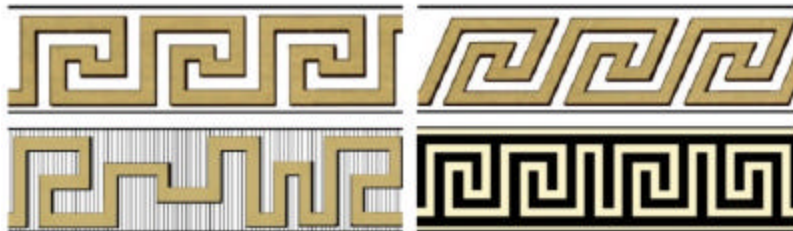
Após a construção da rede, o desenho da grega permite que o aluno crie livremente sobre a estrutura. A proposta do trabalho pode estar vinculada à sua utilização como um elemento a ser aplicado em tecidos, azulejos, embalagens, marchetaria ou outra sugestão dentro da área de formação. Da mesma forma, a apresentação do resultado final pode ser trabalhada com recorte e colagem ou com hachuras, traços paralelos e eqüidistantes para delimitar áreas. Com a diferenciação, ainda é possível trabalhar o conceito de figura e fundo, como pode ser visto na figura 116. No último exemplo, surgem ainda conceitos como repetição de elementos, no primeiro bloco e o emprego da simetria, que distribui os elementos simetricamente em relação a um eixo, como em um espelho, na outra metade do bloco.

Figura 115 – Elementos e estrutura de redes



Fonte: PENTEADO, José de Arruda. Curso de Desenho. 1965. p.159-160.

Figura 116 – Exemplos de gregas, meandro, hachura e figura e fundo.



Fonte: PENTEADO, José de Arruda. Curso de Desenho. 1965. p.202.

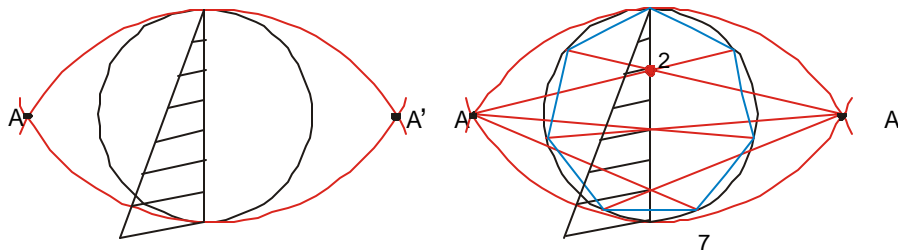
Depois do trabalho inicial com as linhas, elas passam a delimitar as formas. A circunferência estabelece relações com os polígonos regulares, que originam os polígonos estrelados e estão relacionados com números (figura 117). Como já foi visto, a importância do conhecimento do significado das formas e números pode contribuir para uma escolha que defina uma logomarca, por exemplo, ou o formato de uma embalagem ou ainda de uma construção.

Figura 117 – Círculo, polígono regular, polígono estrelado e número



Da divisão da circunferência em partes iguais surge o polígono, através da união das cordas, que unem os pontos em seqüência. Os polígonos estrelados também são construídos a partir da divisão da circunferência e a união dos pontos através da corda mas de forma alternada, de 2 a 2, 3 a 3 e assim por diante.

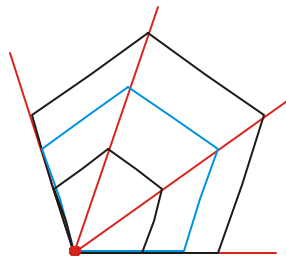
Figura 118 – Divisão da circunferência pelo Método de Bion.



Fonte: PENTEADO, José de Arruda. Curso de Desenho. 1965. p.278.

Para dividir a circunferência, existem processos específicos para cada divisão em partes iguais ou pode-se empregar um processo geral como o Método de Bion, da figura 118, que consiste na construção de dois arcos de raio igual ao diâmetro que se cruzam nos pontos A e A', formando uma espécie de olho. A reta do diâmetro vertical é dividido no número de partes em que se quer dividir a circunferência. Os pontos A e A' devem ser unidos com o ponto 2 do diâmetro por uma reta e prolongada até a circunferência, onde será determinado o segundo ponto de divisão; o primeiro está no encontro da reta do diâmetro vertical com a circunferência. A união dos dois pontos gera a corda que é igual ao lado do polígono procurado. A divisão pode continuar pela repetição da corda ao longo da circunferência ou repetindo o processo, unindo os pontos A e A' sempre com os números pares da divisão do diâmetro.

Figura 119 – Ampliação e redução de figura por homotetia



Fonte: Elaborado a partir de PENTEADO, José de Arruda. Curso de Desenho. 1965. p.299-306.

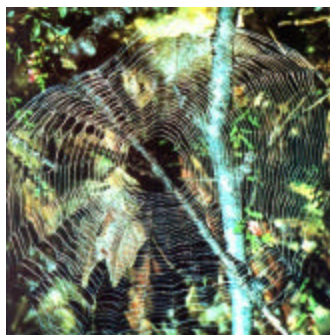
Para a construção de polígonos em função do lado, também existem processos específicos. O emprego da homotetia pode ser usado como um processo geral. A partir de um polígono inscrito em uma circunferência de raio qualquer, é possível ampliar ou reduzir um polígono ou qualquer outra figura. Para tanto, basta estabelecer um vértice da figura, como o centro da homotetia,

por onde devem passar retas que unam este centro com os outros vértices. Com a medida desejada, marcada sobre um lado da figura, basta traçar paralelas à figura original de reta a reta da estrutura homotética, conforme mostra a figura 119.

A aplicação da homotetia também pode ser vista na construção das espirais. Um exemplo desta construção encontrada na natureza está na teia de aranha, conforme visto do capítulo O Desenho da Natureza (figura 120). A figura 121 mostra como cada vértice do polígono serve como um centro de homotetia e dos raios dos arcos que formam a espiral. Após a primeira volta, os arcos passam a ter uma relação de ampliação em relação ao seu correspondente anterior.

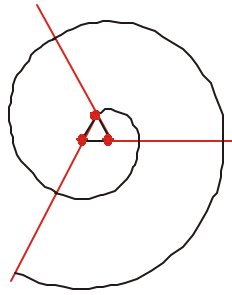
Outra aplicação da homotetia está na construção das perspectivas cônicas, onde as deformações das medidas em verdadeira grandeza são definidas pela estrutura do processo empregado. Os pontos de fuga são centros de homotetia que partem de uma medida em verdadeira grandeza para determinar, em um ponto definido pelo processo, uma relação de ampliação ou redução da medida real, como exemplificado na figura 122.

Figura 120 – Teia de aranha



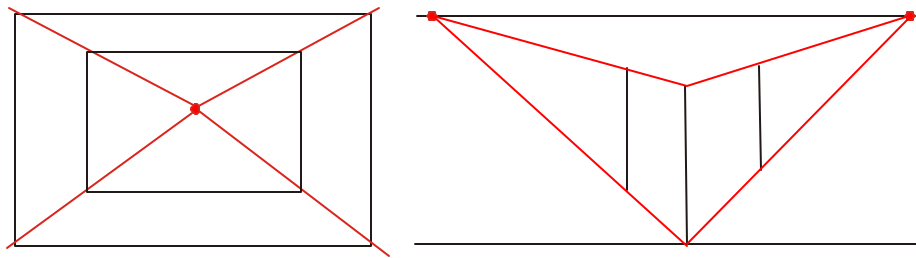
Fonte: CIÊNCIA ILUSTRADA. Editora Abril. v.1 p. 49.

Figura 121 – A homotetia das espirais



Fonte: PENTEADO, José de Arruda. Curso de Desenho. 1965. p.320.

Figura 122 – A homotetia da perspectiva

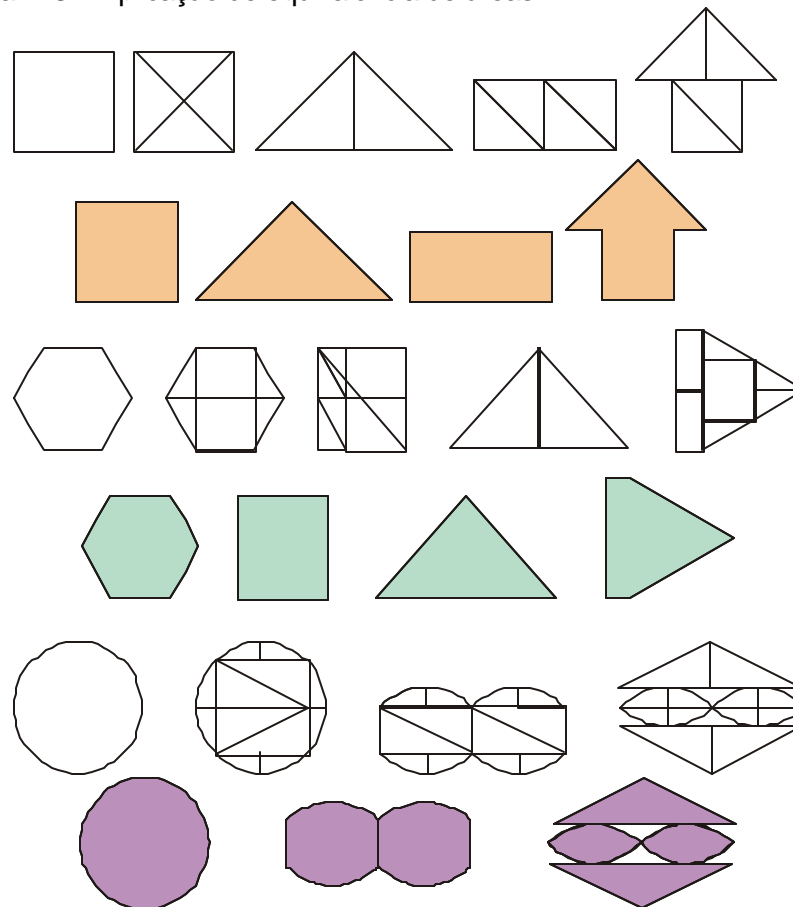


Fonte: Elaborado a partir dos princípios de perspectiva. MONTENEGRO, Gildo A. A Perspectiva dos Profissionais, 1983.

Voltando às formas geométricas, o estudo de equivalência de áreas pode ser feito por fórmulas matemáticas ou processos específicos. Também a decomposição das formas regulares em outras, determinadas por sua estrutura, podem tanto comprovar as equivalências com outras formas geométricas regulares como criar outras formas equivalentes. O quadrado, por exemplo, como símbolo de firmeza material, pode ser transformado em uma figura equivalente ao formato de uma casa ou ainda em setas que indiquem o crescimento, ou não, dos bens materiais ou aplicações financeiras. Estes exemplos podem ser aplicáveis à propaganda.

O círculo, por precisar da retificação da circunferência, sempre manterá partes em curva em uma proposta como esta, o que não impede a criação de novas formas. Exemplos de formas equivalentes compostas pela decomposição da forma inicial podem ser vistos na figura 123.

Figura 123 – Aplicação de equivalência de áreas

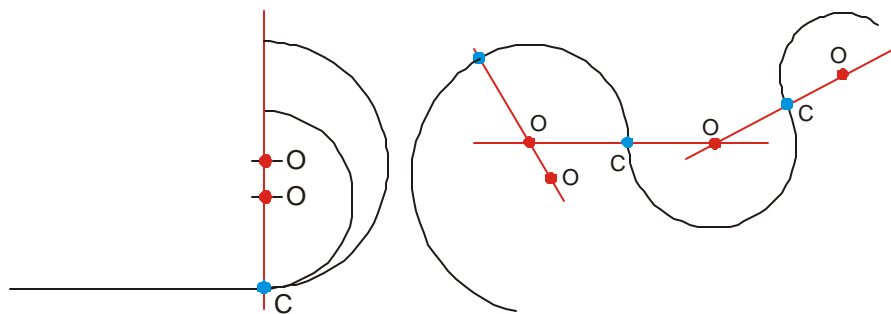


Fonte: Elaborado a partir de PENTEADO, José de Arruda. Curso de Desenho. 1965. p.328-333.

O conhecimento dos princípios da concordância é importante para a construção de formas que vão desde as geométricas como as espirais, as ovais e outras curvas planas até as mais variadas projeções de objetos ou de formas arquitetônicas.

A concordância basicamente tem duas regras, demonstradas na figura 124: uma reta concorda com um arco, quando o centro do arco está sobre uma perpendicular à reta no ponto de concordância, e um arco concorda com outro arco, quando os centros estiverem alinhados passando pelo ponto de concordância (Penteado, 1965).

Figura 124 – Regras para concordância entre reta/arco e arco/arco



Fonte: PENTEADO, José de Arruda. Curso de Desenho. 1965. p.308.

Figura 125 – Chaleira Alessi. Michael Graves, Itália, 1983



Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.74-75.

A concordância pode ser trabalhada a partir da dedução da estrutura de formas existentes como, por exemplo, o perfil de objetos como a Chaleira Alessi ou a rosácea da Catedral de Milão (figuras 125, 126 e 127). As regras da

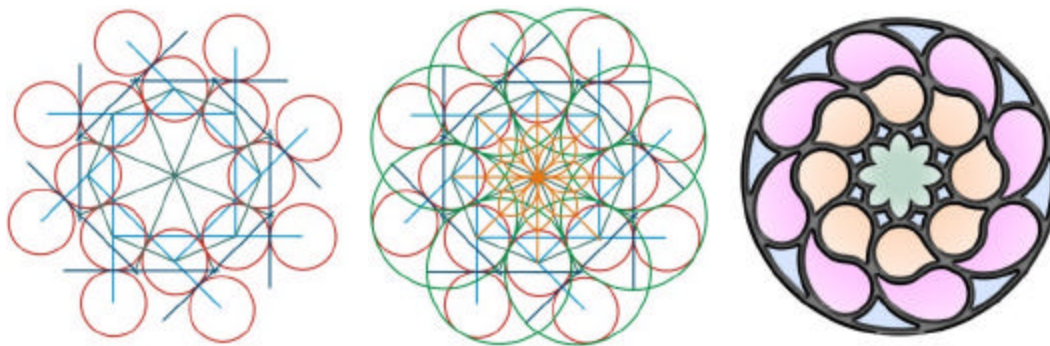
concordância também podem ser empregadas para representar propostas criativas de outros objetos como vasos, xícaras, embalagens para perfumaria ou outros temas que atendam à área de formação.

Figura 126 – Rosácea da Catedral de Milão



Fonte: ARTE NOS SÉCULOS. 1972. v. II. p.504.

Figura 127 – Desenvolvimento da Rosácea da Catedral de Milão

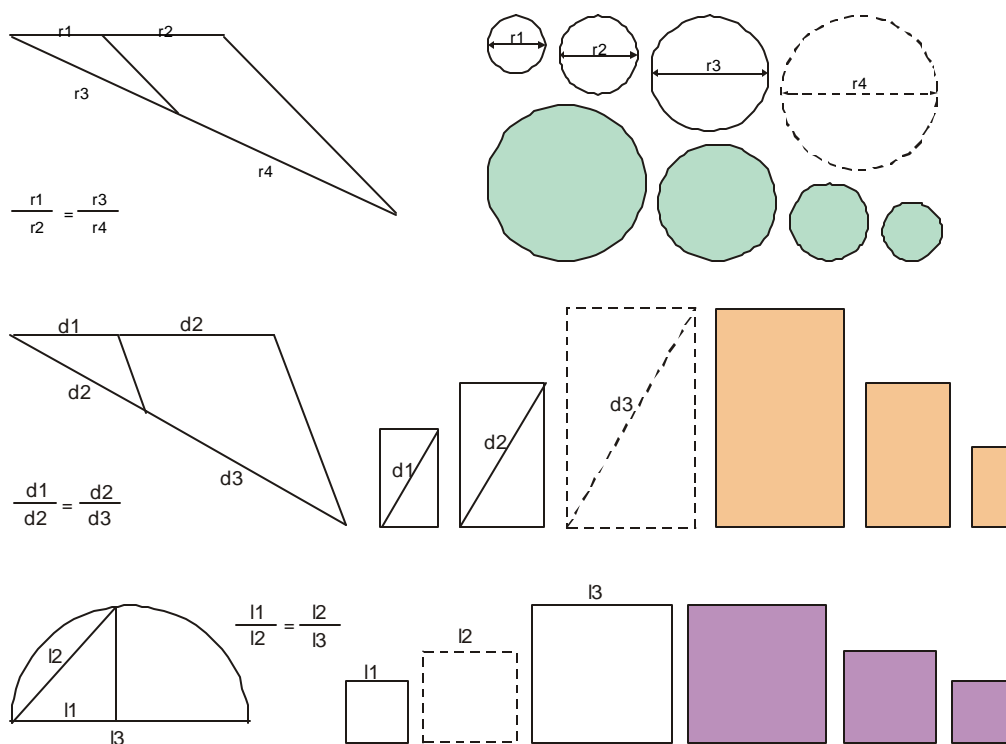


Fonte: Desenvolvido a partir da figura 126.

Na figura 126 também é possível ver um arco gótico. Os arcos utilizados na arquitetura de diversos países também podem ser fonte para um trabalho de pesquisa, desde a característica dos países e povos, como por exemplo, os árabes, russos e indianos às construção do perfil dos arcos empregados.

Outro assunto é de extrema importância para o desenho: as proporções. Resolvidos matemática ou graficamente, os segmentos proporcionais podem ser empregados para completar seqüências, respondendo às questões sobre a dimensão do terceiro elemento, do quarto elemento e do elemento médio. Os segmentos proporcionais podem ser desenvolvidos a partir dos elementos das figuras como raios, diagonais ou lados.

Figura 128 – Aplicação de segmentos proporcionais

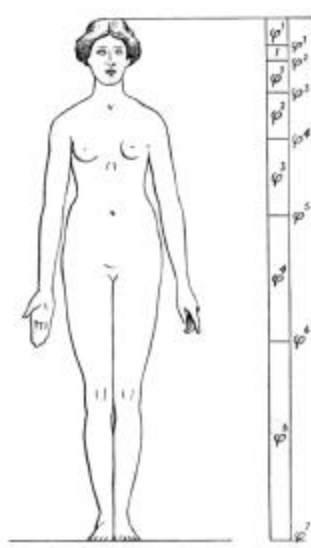


Fonte: Elaborado a partir de PENTEADO, José de Arruda. Curso de Desenho. 1965. p.294-298.

A figura 128 mostra as formas de obtenção da quarta proporcional, da terceira proporcional e da média proporcional, aplicadas a elementos das figuras. A construção da média proporcional também pode ser usada para a terceira proporcional.

A mais importante de todas as proporções - a proporção áurea - é encontrada amplamente nas formas naturais. Como já foi visto, dentre outras relações, aplica-se às dimensões do corpo humano (figura 129) e na estrutura da espiral logarítmica.

Figura 129 – Seção Áurea no corpo humano

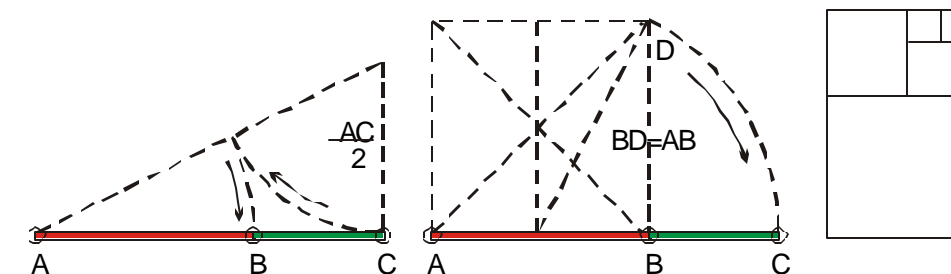


Fonte: GHYKA, Matila C. *Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes*. 1953. p. 37.

A figura 130 mostra a resolução gráfica da divisão de um segmento em média e extrema razão, que também pode ser encontrada usando-se o número de ouro, 0,618, como já foi explicado. A figura mostra ainda a construção da estrutura do retângulo áureo, formado pelo segmento AC, como lado maior e o segmento AB, como lado menor do retângulo. A diferença entre um retângulo

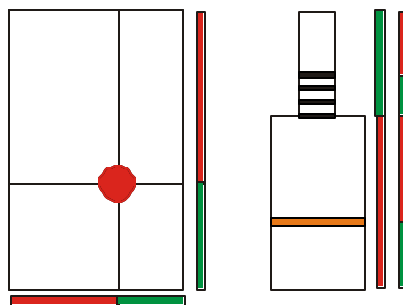
áureo e um quadrado de lado igual ao lado menor do retângulo será sempre um novo retângulo áureo.

Figura 130 – Construção gráfica da Seção Áurea e Retângulo Áureo



Fonte: GHYKA, Matila C. El número de oro. 1978. p. 47.

Figura 131 – Aplicação da Seção Áurea



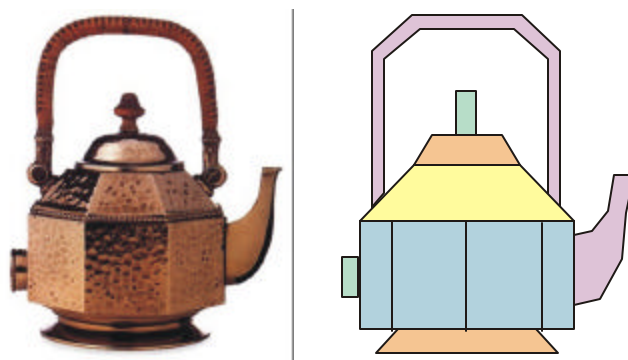
Fonte: Elaborado a partir de GHYKA, Matila C. El número de oro. 1978. p. 47.

A proporção áurea, a partir de seus elementos como o retângulo áureo e a divisão de segmentos, pode ser empregada tanto na composição gráfica como nas dimensões de objetos e construções. Aplicando a divisão áurea nos dois lados de um retângulo, encontra-se o ponto de ouro, o ponto de maior atenção na área do retângulo, ao mesmo tempo a divisão em quatro áreas auxiliares na distribuição de elementos, sendo um princípio básico de composição. Na criação de embalagens, por exemplo, pode determinar a relação entre vidro e

tampa, definir a posição do nome de produto no rótulo ou uma área de detalhes na tampa (figura 131).

Com o conhecimento das características de retas, divisão de circunferência, polígonos, concordâncias e proporções é possível iniciar o estudo dos sólidos geométricos. Uma proposta de trabalho é a geometrização de um objeto já existente como, por exemplo, a Chaleira de cobre de Peter Behrens, mostrada no capítulo O Desenho dos Objetos, sugerida na figura 132. O exemplo proposto ainda poderia ser acrescido da concordância aplicada à alça e ao bico da chaleira. Este objeto consegue reunir praticamente todos os tipos de planificações: prismas de base regular e irregular, tronco de pirâmide, tronco de cone e cilindros. Sua execução exige conhecimentos de verdadeira grandeza das faces, secção de sólidos, retificação de circunferência e planificação do cone.

Figura 132 – Exemplo de geometrização para a Chaleira de cobre de Peter Behrens

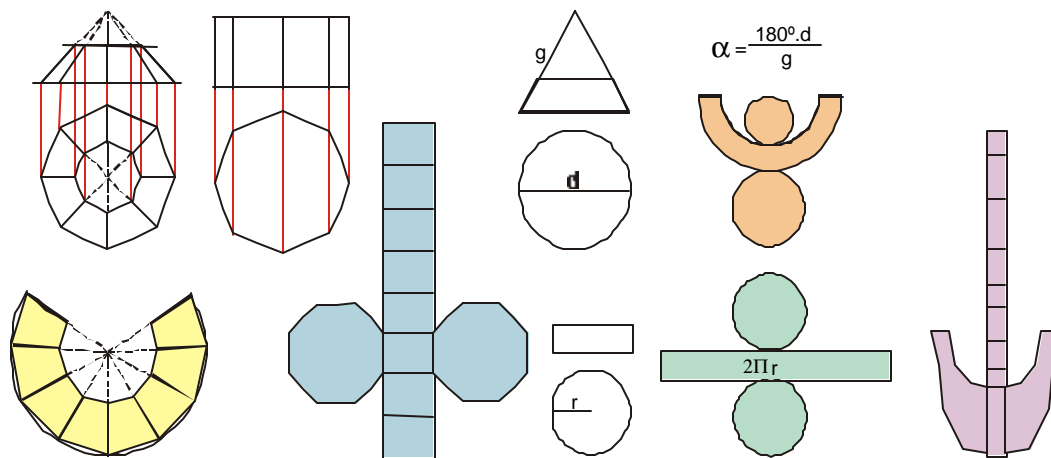


Fonte: TAMBINI, Michel. O Design do Século. 1999. p.74.

A figura 133 mostra uma síntese das planificações empregadas para montar o objeto. A execução de sólidos em papel e papelão desenvolve

habilidades de corte, precisão, vinco e a noção de volume. Este tipo de atividade, além de reunir conhecimentos adquiridos, inicia uma prática voltada para a execução de maquetes, modelos e moldes.

Figura 133 – Planificação das formas empregadas na Chaleira de cobre de Peter Behrens



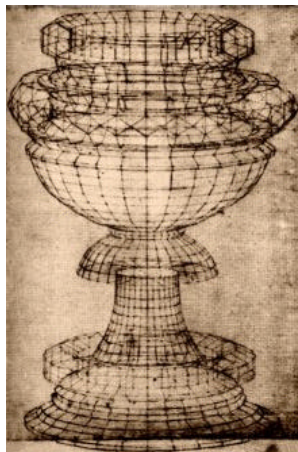
Fonte: Elaborado a partir de PENTEADO, José de Arruda. Curso de Desenho. 1965. p.219-244.

Uma etapa importante no desenvolvimento de um projeto é a perspectiva. Desenvolvida cientificamente no período do Renascimento (figura 134), apresenta dois papéis fundamentais: auxiliar na fase de execução e transmitir a idéia final de uma proposta. Para a fase de execução, são usadas as perspectivas paralelas para esclarecer seqüências de montagem ou posição de peças. Para apresentar a proposta, devem ser usadas as perspectivas cônicas, que reproduzem a visão humana, como suporte para técnicas de ilustração, *rendering* ou outras formas de acabamento.

As perspectivas paralelas são projeções cilíndricas. A projeção cilíndrica oblíqua origina a Perspectiva Cavaleira. A projeção cilíndrica ortogonal origina

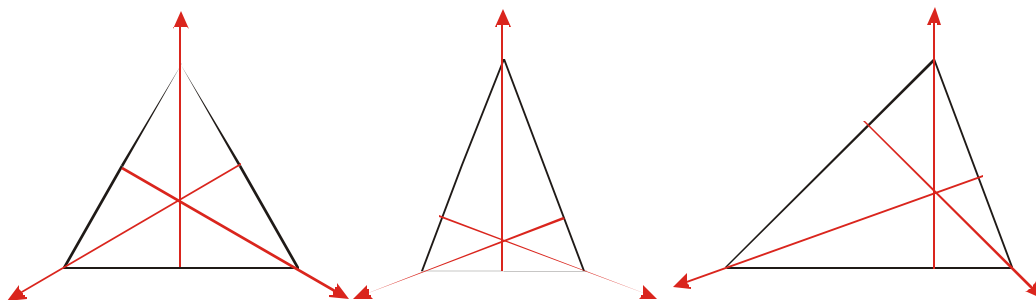
as axonométricas: isométrica, dimétrica e trimétrica (Montenegro, 1984). Os eixos destas perspectivas estão relacionadas respectivamente aos triângulos equilátero, isósceles e escaleno, conforme a figura 135.

Figura 134 – Estudo de Perspectiva. Paolo Ucello, Galeria de Uffizi, Florença



Fonte: LLOYD, Christopher. História Gráfica del Arte Occidental. 1980. p.83.

Figura 135 – Relação entre triângulos e eixos axonométricos



Fonte: Elaborado a partir de RAYA MORAL, Baltasar. Perspectiva. sd.

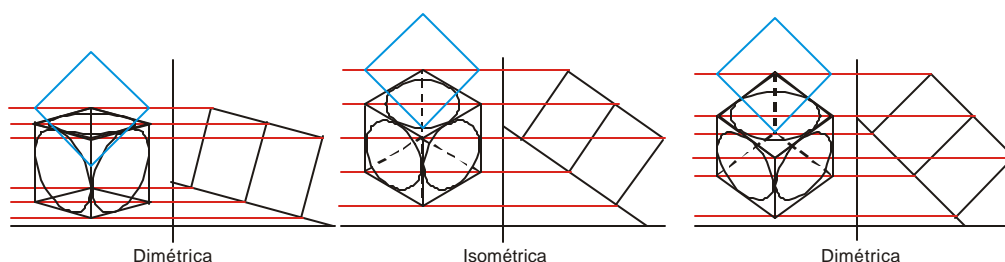
Em resumo, as linhas das alturas de um triângulo equilátero dão origem a três eixos iguais – perspectiva isométrica; as linhas das alturas de um triângulo isósceles dão origem a dois eixos iguais e um diferente – perspectiva dimétrica;

as linhas das alturas de um triângulo escaleno dão origem a três eixos diferentes – perspectiva trimétrica (Raya Moral, 1986).

Com o conhecimento de que as perspectivas axonométricas são projeções ortogonais de determinadas posições das figuras, pode-se construir as projeções do cubo onde será possível deduzir graficamente a relação entre o ângulo dos eixos e a deformação das medidas.

A figura 136 apresenta a projeção do cubo apoiado no Plano Paralelo à Linha de Terra com a planta inclinada a 45° de forma a manter uma mesma abscissa para dois pontos. As diferentes inclinações do plano determina os ângulos com as respectivas deformações. Um caso particular é a isométrica que, inclinada a $35^\circ 16'$, forma eixos de 30° e mantém a mesma deformação para os três eixos equivalente a 0,816. Por esta característica, a representação em isométrica utiliza a medida inteira, sendo a perspectiva mais usada pela facilidade de execução.

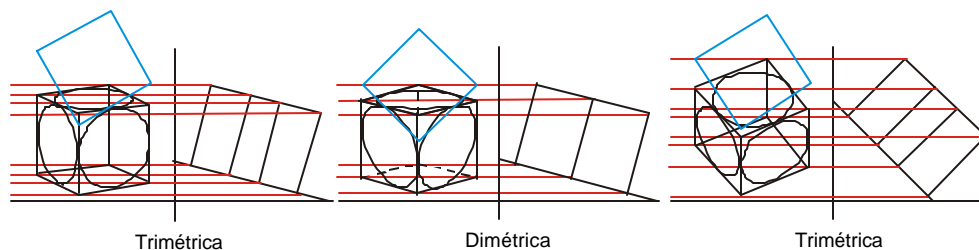
Figura 136 – Construção e comparação entre dimétrica e isométrica



Fonte: Elaborado a partir de MONTENEGRO, GILDO A. A Perspectiva dos Profissionais, 1983. p.120.

Para obter uma perspectiva trimétrica, usando o mesmo princípio, basta girar a posição do quadrado, retirando a coincidência dos dois vértices na mesma linha de abscissa, conforme figura 137.

Figura 137 – Construção e comparação entre dimétrica e trimétrica



Fonte: Elaborado a partir de MONTENEGRO, GILDO A. A Perspectiva dos Profissionais, 1983. p.120.

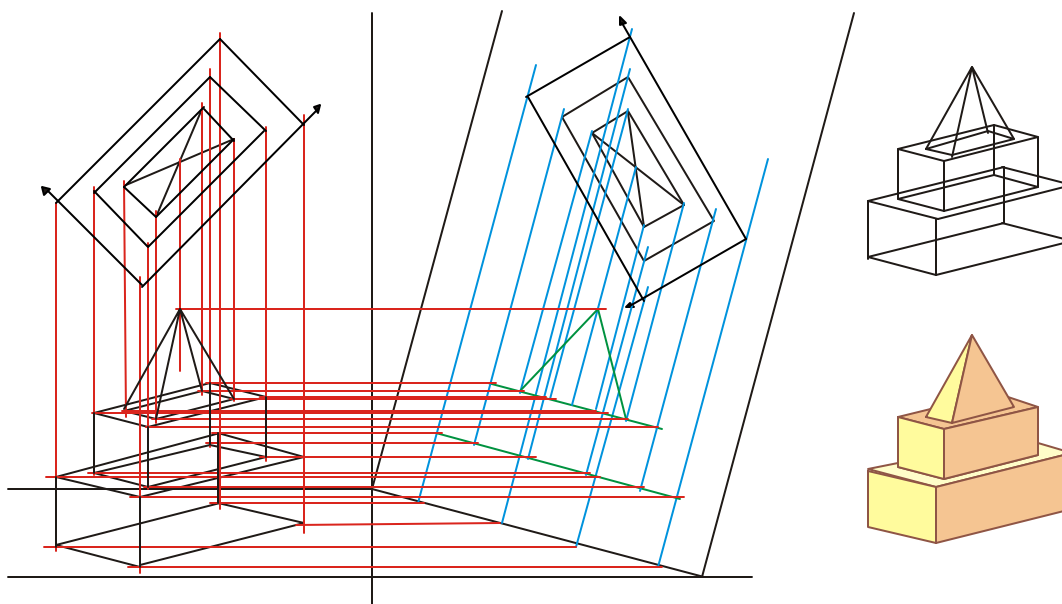
Ainda aplicando a relação com as projeções ortogonais, citada por Montenegro (1983) e a inclinação dos eixos citada por Raya Moral (sd), é possível desenvolver uma forma de representação de figuras mais complexas nas quais há dificuldade em trabalhar com eixos e reduções de medidas diferentes. Utilizando-se em conjunto as formas de rebatimento do Plano Paralelo à Linha de Terra, para o Plano Horizontal e para o Plano de Perfil, encontra-se um resultado por projeção das coordenadas dos pontos, sem preocupação com o ângulo dos eixos ou a redução das medidas. Inicialmente monta-se uma estrutura de Plano Paralelo à Linha de Terra : uma linha de terra, um Plano de Perfil, a projeção da inclinação do plano e o rebatimento da área do plano para o Plano de Perfil na 3ª projeção. A inclinação do plano irá determinar a visualização da perspectiva. Para uma perspectiva isométrica, por suas características, a inclinação do plano deverá ser de $35^{\circ} 16'$. Para determinar as abscissas, coloca-se a vista superior na posição em que se quer ver a peça, inclinada a 45° com a Linha de Terra para a dimétrica e isométrica. Na área de rebatimento do Plano Paralelo à Linha de Terra, na 3ª projeção, coloca-se a vista superior com a mesma inclinação e posição, em relação ao traço horizontal do plano, e marcam-se as linhas das alturas, determinando as

cotas e afastamentos dos pontos. A perspectiva surge do cruzamento da posição dos pontos na 3ª projeção da figura, cotas e afastamentos, com as linhas que determinam as abscissas. As três coordenadas determinam a posição dos pontos que, quando unidos, definem uma representação tridimensional do objeto. Para facilitar a execução, ainda pode-se explorar a condição de paralelismo entre as faces, ou seja, tendo a base, basta determinar o ponto da altura de uma aresta e definir as demais por linhas paralelas à base.

Para a perspectiva trimétrica, o que difere é o ângulo da vista superior que deverá ser diferente de 45° .

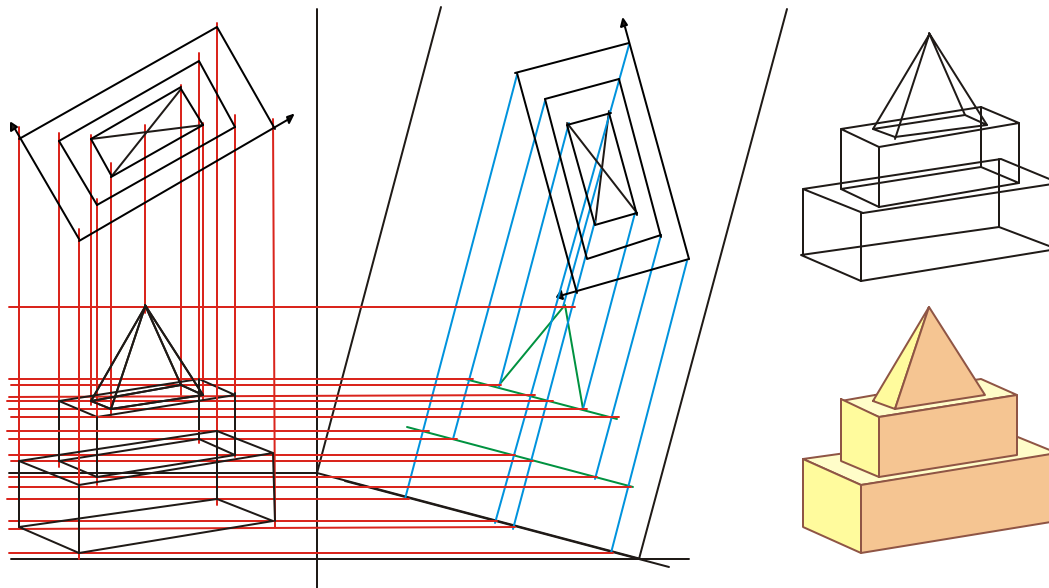
As figuras 138 e 139 mostram um exemplo da resolução da perspectivas dimétrica e trimétrica pela associação de projeções.

Figura 138 – Resolução de uma perspectiva dimétrica



Fonte: Elaborado a partir de MONTENEGRO, GILDO A. A Perspectiva dos Profissionais, 1983 e RAYA MORAL, Baltzar. Perspectiva. sd.

Figura 139 – Resolução de uma perspectiva trimétrica



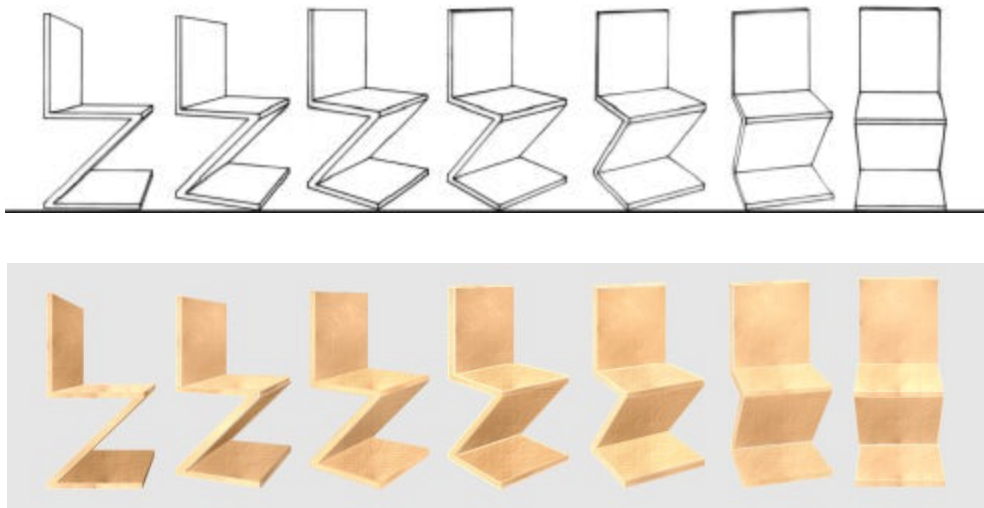
Fonte: Elaborado a partir de MONTENEGRO, GILDO A. A Perspectiva dos Profissionais, 1983 e RAYA MORAL, Baltzar. Perspectiva. sd.

No caso das perspectivas cônicas o mais importante não está no processo a ser utilizado. Referências podem ser encontradas em livros como A Perspectiva dos Profissionais de Gildo Montenegro (Montenegro, 1983); como Perspectiva para Arquitetos de Georg Schaarwächter (Schaarwächter, sd) que enfoca as construções das formas geométricas ou como Perspectiva de Baltzar Raya Moral (Raya Moral, sd) que inicia pela Geometria Descritiva até chegar aos processos de perspectiva.

O mais importante na perspectiva cônica é utilizá-la para vender uma idéia. A perspectiva constitui uma imagem de algo que, muitas vezes, ainda não existe. A escolha dos parâmetros como a posição, altura e distância do observador são fundamentais, mas a forma de apresentação e acabamento é que impressiona o cliente. Utilizando aquarela, rotulador, lápis de cor ou mesmo recursos de computador, a questão está na idéia a ser transmitida.

Uma forma criativa de explorar os recursos das perspectivas cônicas é a animação. Variando a posição ou a altura do observador, criam-se quadros que, colocados em seqüência, podem dar uma visão completa do objeto. A figura 140 mostra um exemplo deste trabalho.

Figura 140 – Perspectiva em movimento



O conhecimento dos elementos das figuras, suas relações matemáticas, seus processos de construção são importantes para o desenho desde sua representação em um desenho com instrumentos quanto a utilização de programas de computador. Com um programa como o CorelDRAW, que, atualmente, é um programa de aplicação mais voltado para a composição gráfica e que não tem os mesmos recursos de um programa como o Autocad, foi possível realizar todos os desenhos apresentados, utilizando como ferramenta os recursos de linhas, circunferência e polígono, medidas e ângulos, e, principalmente, o conhecimento das estruturas dos desenhos.

Após as relações que foram estabelecidas, percebe-se que o amplo universo formal é uma fonte de inspiração para o desenvolvimento dos conteúdos de desenho. Seja retirando das formas da natureza, do estudo dos significados, da arte ou do cotidiano, a adequação das propostas dentro da área de formação ou interesse dos alunos contribui para novas fronteiras. Tudo que nos cerca são possibilidades, são como desenhos envoltos em linhas de construção; é preciso ver a imagem que se esconde entre elas. E, neste processo dinâmico, sempre surgirão novos caminhos que estimulam a criatividade e aguçam a sensibilidade de ver além do que parece óbvio.

7 CONCLUSÃO

Deixando de lado as receitas de como ensinar, alguns autores entusiasmados (Demo, 1998 e Moran, 1994) preferem despertar o interesse para importantes aspectos do processo ensino-aprendizagem. Chega a ser consolador que, em meio a todo o avanço tecnológico, se pregue que haja uma preocupação com a formação do ser humano e com o estabelecimento de uma forte relação do indivíduo com o mundo que o rodeia, enquanto se procura estabelecer uma nova relação entre aluno e professor. Em um mundo de constantes inovações, a questão do ensinar a aprender a aprender torna-se importante para despertar a habilidade de saber buscar o conhecimento, de saber ultrapassar as fronteiras, ou ainda, de saber sintetizar e aplicar as informações. Se, para o aluno, o aprender a aprender pode significar uma melhor adaptação ao mercado de trabalho, para o professor pode ser a resposta para o grande desafio de buscar e usar com criatividade o que lhe é disponível, para orientar os alunos na construção do seu conhecimento.

O aspecto mais importante da questão do ensino, em particular no caso do desenho, está no sentimento do professor em relação às disciplinas que ministra, sua disposição em ultrapassar as fronteiras da sua própria disciplina para relacionar-se com as demais “caixinhas” da grade curricular e estar disposto a contribuir para um ensino integrado.

O desafio está em como estabelecer relações com os elementos do mundo que o rodeia para trabalhar os conteúdos acadêmicos e, ao mesmo

tempo, despertar a sensibilidade para uma nova visão deste mundo e a aplicação dos conhecimentos à própria vida. Como transformar conteúdos que sempre foram transmitidos de forma clássica em uma nova linguagem que contribua para a preparação do aluno para a realidade e para a vida?

Cabe ao professor, dentro do universo do conteúdo da sua disciplina, buscar os pontos em questão que despertem o interesse dos alunos. E este trabalho buscou resgatar elementos que interliguem o papel do desenho enquanto linguagem universal para despertar a importância da contextualização na visualização dos elementos do desenho no processo de ensino-aprendizagem.

Neste trabalho foram tratadas algumas relações do desenho: com a natureza, com as formas e os números, com a arte e com os objetos. E quantas outras relações podem surgir que sirvam de estímulo para o aprendizado do desenho integrado a sua importância enquanto elemento de representação. O ensino do desenho é base desde a expressão artística até o desenvolvimento de projetos que atendam às necessidades humanas e aplicada às mais diferentes propostas como jóias, embalagens, marcas e logomarcas.

A continuidade deste trabalho pode ser o desenvolvimento de um *software* que possa usar os recursos envolventes da imagem e do som, não para tentar ensinar o desenho, mas para estimular o interesse pela pesquisa das relações do desenho com outras áreas de conhecimento, bem como as aplicações destas relações.

Para concluir, o que importa é usar a criatividade para auxiliar numa atividade das mais fascinantes: o abrir, para o aluno, não apenas as portas para um novo mundo, mas ampliar sua visão para além das fronteiras do desenho.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGAN, Giulio Carlo. **Arte Moderna**. Tradução por Denise Bottmann e Federico Carotti. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

BRASIL, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Lei de Diretrizes de Bases da Educação Nacional. Brasília, 1997, p. 19.

CAVANHA, Armando Oscar. **A divina proporção, o número de ouro e a espiral logarítmica no Universo**. Curitiba: Vicentina, 2000.

CHEVALIER, Jean. **Dicionário de Símbolos (mitos, sonhos, costumes, gestos, formas, figuras, cores e números)**. Tradução por Vera da Costa e Silva, et al. Rio de Janeiro: José Olympio, 1989. 2ª ed.

CIRLOT, Juan-Eduardo. **Dicionário de Símbolos**. Tradução por Rubens Eduardo Ferreira Frias. São Paulo: Moraes, 1984.

DEMO, Pedro. **Questões para a Teleducação**. Petrópolis, Vozes, 1998, Cap. 2 e 6.

DERDYK, Edith. **Formas de pensar o desenho**. São Paulo: Scipione, 1989.

DOCZI, György. **O poder dos limites: harmonias e proporções na natureza, arte e arquitetura**. Tradução por Maria Helena de Oliveira Tricca e Júlia Barany Bartolomeu. São Paulo: Mercuryo, 1990.

GERDES, Paulus. **Sobre o despertar do pensamento geométrico**. Curitiba: Editora UFPR, 1992.

GHYKA, Matila C. **Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes**. Tradução para espanhol por J. Bosch Bousquet. Buenos Aires: Editorial Poseidon, 1953.

GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. **História da Arte**. São Paulo: Ática, 1999. 13ª ed.

HAUSER, Arnold. **História Social da Literatura e da Arte**. Tradução por Walter H. Greenen. São Paulo: Mestre Jou, 1982. v.1. 4ª ed.

HOFSTATTER, Hans H. **Arte Moderna, pintura, desenho e gravura**. Lisboa: Verbo, 1984.

KANTEK, Pedro. **Fractais**. Edição 73, março 98. Disponível na internet. <http://www.pr.gov.br/celepar/celepar/batebyte/bb73/frac.html> . 10 de abril de 2000.

KOZMINSKY, Isidore. **Números: Magia e Mistério**. Tradução por José Rubens Siqueira. São Paulo: Três, 1973. Biblioteca Planeta, v. 14.

LAUDESE, R. A. **The Growth of Single Crystals**. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, Nova Jersey, 1970. p.4.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da Inteligência. O futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

LURKER, Manfred. **Dicionário de Simbologia**. Tradução por Mario Krauss e Vera Barkow. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

MONTENEGRO, Gildo A. **A Perspectiva dos Profissionais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983.

MORAN, José Manoel. Interferência dos Meios de Comunicação no nosso conhecimento, **INTERCOM - Revista Brasileira de Comunicação**, São Paulo, Vol. XVI, nº 2, p.38-49, jul/dez. 1994.

PANOFSKY, Erwin. **Significado das Artes Visuais**. Tradução por Maria Clara F. Kneese e J. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva, 1976.

RAYA MORAL, Baltsar. **Perspectiva**. Barcelona: Gustavo Gilli, sd.

SANTOS, Mário Ferreira dos. **Tratado de Simbólica**. São Paulo: Logos, 1959. Enciclopédia de Ciências Filosóficas e Sociais. v. VI

SCHAARWÄCHTER, Georg. **Perspectiva para Arquitetos**. Tradução por J. J. Garrido. Barcelona: Gustavo Gilli, sd.

TAMBINI, Michel. **O Design do Século**. Tradução por Cláudia Sant'Anna Martins. São Paulo: Ática, 1999.

TINTELNOT, Hans. **Do Neoclassicismo à Arte Moderna**. Lisboa: Verbo, 1972.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DAS FIGURAS

ARGAN, Giulio Carlo. **Arte Moderna**. Tradução por Denise Bottmann e Federico Carotti. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

ARTE NOS SÉCULOS. São Paulo: Editora Abril, 1972. v. I, v. II, v. III, v. V, v. VII.

CIÊNCIA ILUSTRADA. São Paulo: Editora Abril, 1969. v.1

DOCZI, György. **O poder dos limites: harmonias e proporções na natureza, arte e arquitetura**. Tradução por Maria Helena de Oliveira Tricca e Júlia Barany Bartolomeu. São Paulo: Mercuryo, 1990.

FASCINANTE MUNDO DOS PERFUMES. São Paulo: Editora Planeta, 1998. v.1.

GHYKA, Matila C. **El Número de Oro**. Tradução para o espanhol J. Bosch Bousquet. Barcelona: Poseidon, 1978. v.I. Los Ritmos.

GHYKA, Matila C. **Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes**. Tradução para espanhol por J. Bosch Bousquet. Buenos Aires: Editorial Poseidon, 1953.

GRAÇA PROENÇA, Maria das Graças Vieira Proença dos Santos. **História da Arte**. São Paulo: Ática, 1999. 13ª ed.

HAUSER, Arnold. **História Social da Literatura e da Arte**. Tradução por Walter H. Greenen. São Paulo: Mestre Jou, 1982. v.1. 4ª ed.

HOFSTADTER, Douglas R. **Gödel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid.** New York: Vintage Books, 1989.

HOFSTATTER, Hans H. **Arte Moderna, pintura, desenho e gravura.** Lisboa: Verbo, 1984.

LLOYD, Christopher. **História Gráfica del Arte Occidental.** Tradução para o espanhol por Mercedes Lloret. Barcelona: Editorial Juventud, 1980.

MaterClips/MasterPhotos Collections. San Rafael, IMSI, 1997. CD-ROM 10.

MaterClips/MasterPhotos Collections. San Rafael, IMSI, 1997. CD-ROM 13.

PANOFSKY, Erwin. **Significado das Artes Visuais.** Tradução por Maria Clara F. Kneese e J. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva, 1976.

PENTEADO, José de Arruda. **Curso de Desenho.** São Paulo: Editora Nacional, 1965.

RENÉ MAGRITTE. Tradução por Berta Rodrigues Silveira. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995.

SUPERINTESSANTE. São Paulo: Editora Abril, Nº 5, maio 1998. p.51-54

TAMBINI, Michel. **O Design do Século.** Tradução por Cláudia Sant'Anna Martins. São Paulo: Ática, 1999.

TECNIRAMA. Buenos Aires: Cordex, 1963. v.1. p. 107.